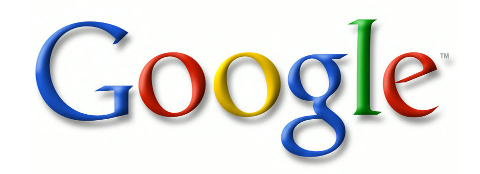



58,017


THE UNIVERSITY OF MICHIGAN
LIBRARIES
THE UNIVERSITY OF MICHIGAN
ARTES SCIENTIA VERITAS
1817



LES
CHEMINS DE FER
EN 1862 ET EN 1863

PARIS. — IMPRIMERIE DE CH. LAHURE
Rue de Fleurus, 9

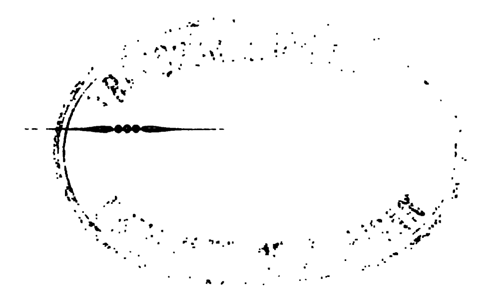
LES

CHEMINS DE FER

EN 1862 ET EN 1863

PAR

EUGÈNE FLACHAT



PARIS

LIBRAIRIE DE L. HACHETTE ET Cie

BOULEVARD SAINT-GERMAIN, N° 77

1863

PREMIÈRE PARTIE.

LES CHEMINS DE FER
DEVANT L'ENQUÊTE ET DEVANT LES CONVENTIONS
POUR L'EXTENSION DU RÉSEAU.

LES CHEMINS DE FER

DEVANT L'ENQUÊTE ET DEVANT LES CONVENTIONS POUR L'EXTENSION DU RÉSEAU.

CHAPITRE I.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

Interrogé en 1861 par la commission d'enquête des chemins de fer, nous avons résumé dans les termes suivants les services rendus au pays par le réseau français :

« La recette des chemins de fer en exploitation aura été, en 1861, de 461 500 000 francs, qui sont le produit d'un tarif moyen de 6 à 7 centimes par voyageur et par tonne de marchandises transportés à 1 kilomètre.

« Le transport d'une tonne de marchandise sur les routes de terre coûtait, à l'origine des chemins de fer, 80 centimes à 1 franc par lieue de 4 kilomètres. Il coûte encore 75 à 85 centimes, soit 20 centimes par kilomètre.

« Ainsi, l'économie produite par les chemins de fer

sur la somme des transports de marchandises effectués par eux est, dès aujourd'hui, dans la proportion de 20 à 65. Plus des deux tiers de la dépense est ainsi épargné au pays.

« La recette des chemins de fer attribuable aux transports des marchandises étant 56,5 pour 100 de la recette totale, 260 millions de francs représentent cette part sur 461 500 000 francs; de telle sorte que, dans la proportion de 65 à 20, le pays a économisé 585 millions de francs, en 1861, sur le transport des marchandises seulement.

« Rappelons en outre qu'aujourd'hui les voies navigables transportent un tonnage beaucoup plus considérable qu'avant l'établissement des chemins de fer.

« On ne peut établir avec autant de précision l'économie réalisée sur les transports des voyageurs par les chemins de fer. On peut seulement admettre qu'elle est proportionnellement aussi forte que la précédente, et que, si l'on y fait entrer l'économie de temps, elle doit la dépasser.

« On peut alors conclure que les chemins de fer font gagner, au minimum, à la production du pays, sur les transports de marchandises et de voyageurs, une somme annuelle de plus d'un milliard.

« En d'autres termes, il faudrait aujourd'hui dépenser 1 milliard 425 millions de francs pour effectuer sur les routes de terre les transports que les chemins de fer ont accomplis en 1861 pour 460 millions.

« Cela signifie simplement que, sans les chemins de fer, ces transports ne seraient pas nés.

« Voilà le bénéfice du pays; et alors, faut-il s'étonner que ses facultés de production se soient accrues au point que son commerce avec l'étranger a passé du chiffre de 2 milliards 413 millions, en 1846, au chiffre de 5 milliards 342 millions, en 1860? Il n'y a pas d'autre explication rationnelle d'un pareil résultat que l'établissement des chemins de fer. »

Ces faits sembleraient devoir assurer, en France, aux grandes associations qui ont établi les chemins de fer, les mêmes sympathies, le même respect qu'elles rencontrent dans les pays qui ont atteint le même degré de civilisation que nous. Il n'en est point ainsi cependant. Nous nous demandons si cela ne provient pas d'une disposition antipathique aux grandes associations, disposition dans laquelle les esprits auraient été entretenus par les défiances mêmes de l'Administration publique.

En France, l'esprit de centralisation, qui tend à donner et à réserver l'initiative et l'action à l'Administration publique, s'est étendu plus qu'ailleurs. Le gouvernement et les fonctionnaires ont cet esprit au plus haut degré, non-seulement parce que l'initiative et l'action sont la vraie source de l'influence sur les populations, mais par sentiment du devoir et des services à rendre. Quoi qu'on en dise, les tendances loyales et dévouées prédominent toujours dans une société civilisée comme la nôtre, et le fonctionnaire y obéit volontairement ou involontairement, en cherchant à utiliser son savoir et son zèle, ce qui est aussi la plus sûre et la meilleure manière d'accroître sa sphère d'attributions.

Le public encourage cet esprit. Il l'a lui-même; d'abord, par l'habitude d'un contact permanent avec l'Administration publique dans tous les actes de son existence : la religion, l'instruction et l'enseignement; l'hygiène et la santé; le travail, le métier ou la profession; le logement, la viabilité, toutes les sources d'activité, en un mot, sont, jusqu'au décès, organisées et réglementées.

Il l'a aussi par intérêt, parce que ce contact se montre, la plupart du temps, par une aide, un concours, une protection, un secours en un mot, qui ne pourrait être obtenu autrement que par une régénération complète de nos idées et de nos mœurs.

Cette régénération, l'association seule pourrait la réaliser, parce que seule elle peut se substituer à l'Administration publique. Elle le peut et elle le fait dans les deux pays où la civilisation est plus également répandue qu'en France : en Angleterre et aux États-Unis.

C'est parce que cette faculté, cette puissance de l'association a été comprise par les hommes habiles qui ont créé et constitué chez nous l'Administration publique; c'est parce qu'ils se sont bien aperçus que l'initiative, l'action, partant l'influence qu'ils voulaient lui réserver, s'affaiblirait par la substitution de la libre initiative de l'association à l'autorité organisée administrativement, qu'ils ont tenu les grandes associations en défiance.

Aussi l'Administration publique a-t-elle toujours tendu à maintenir l'individualisme entre les citoyens, parce que l'initiative de l'individu isolé est, la plupart du temps,

impuissante; parce qu'elle est toujours facile à dominer; on peut l'éteindre quand elle est mauvaise, on peut la recueillir et se l'approprier quand elle est bonne.

Ce sentiment n'est, dans l'esprit des fonctionnaires, provoqué ni par une doctrine économique, ni par l'intérêt, ni par l'ambition, ni par l'ignorance. Il y a dans l'Administration un choix d'hommes d'élite dont les lumières et les convictions présentent la même variété de direction que dans les classes et les professions les plus éclairées. Il n'y a pas, ou plutôt il n'y a plus d'esprit de système; le progrès de la centralisation y dérive simplement de la tendance du devoir.

Constituez en Angleterre ou en Amérique une Administration publique aussi forte qu'elle l'est en France, cette Administration arrivera au même résultat, avec plus de temps sans aucun doute, mais aussi sûrement, si le pouvoir politique, le pouvoir supérieur à tous, lui donne l'appui de son autorité, de ses moyens de compression, c'est-à-dire de police et de juridiction.

L'alliance absolue entre le pouvoir politique et le pouvoir administratif conduira fatalement à la même organisation sociale, c'est-à-dire à substituer l'Administration publique régissant l'individu à l'association des individus eux-mêmes.

Quelle que soit cependant la loi d'organisation des sociétés, ce qu'il nous importe ici de constater, c'est que l'établissement des chemins de fer, qui est, dans le monde civilisé, le fait matériel le plus grand, le plus important au bien-être de l'humanité, qui est la plus grande entreprise des temps passés et présents, celle

qui demandait de telles ressources financières, que tous les budgets du monde réunis n'auraient pu l'accomplir avec les excédants des années les plus prospères, a été accompli comme par enchantement par les grandes associations. Ce que nous constaterons encore, c'est que, malgré l'extrême différence de nos institutions avec celles des peuples où ces associations remplacent l'Administration publique, elles ont apporté en France un concours dont personne n'avait prévu ni l'ensemble ni la puissance.

Voilà le fait simple.

La création des grandes Compagnies considérées comme moyen d'exécuter les chemins de fer, en France, a été le résultat d'une nécessité unanimement reconnue. Elles ont accompli ce qu'on attendait d'elles dans toutes les conditions qu'un bon gouvernement, secondé par une forte et habile administration et une puissance financière suffisante, eût pu attendre de lui-même : habilement, au grand jour, honorablement et honnêtement; à travers les épreuves de la publicité, du libre contrôle de l'opinion publique, malgré l'indifférence des intérêts satisfaits et les attaques des intérêts insatiables.

Les gouvernements qui se sont succédé en France depuis vingt-cinq ans ont toujours soutenu cette féconde création.

Ils ont résisté, en cela, au travail souterrain d'un petit nombre d'hommes convaincus que l'Administration publique eût fait aussi bien, sinon mieux que l'association, et qui pensent encore qu'elle est appelée à lui succéder bientôt au grand avantage du pays.

Les actes du gouvernement actuel sont certainement à cet égard les plus intéressants à considérer.

On ne peut nier que la centralisation administrative n'ait fait plus de progrès depuis dix ans que pendant les quarante années qui ont suivi le premier empire. Cela tient à deux causes : en premier lieu, à la force politique du gouvernement; en second lieu, à l'activité, à l'habileté de l'Administration publique dans la voie de la réglementation.

C'est cependant le gouvernement le plus sollicité de tous par sa propre Administration de lui laisser tout faire, tout diriger sans partage, qui, dans les deux circonstances les plus graves, de 1859 à 1863, lorsqu'il a voulu donner au pays, comme satisfaction légitime, de nouveaux réseaux de chemin de fer, c'est ce gouvernement qui a reconnu, sans réserve et sans hésitation, l'impérieuse nécessité de confier cette tâche aux Compagnies, et, pour cela, de les constituer plus fortement que jamais.

Ce gouvernement en a, d'ailleurs, été bien récompensé, puisque dans une période de dix ans, le pays a pu être engagé dans cinq guerres de politique générale, sans que les travaux nécessaires à la prospérité matérielle du pays aient été un instant ralentis.

En ce moment même, sous l'influence de l'atteinte que les événements d'Amérique portent à notre commerce, devant l'incertitude que les conséquences du traité de commerce font encore peser sur certaines de nos grandes industries, devant l'inopportunité évidente de demander aux ressources du budget un sacrifice nouveau

et immédiat pour les travaux publics, ce sont encore les grandes Compagnies de chemins de fer qui sont l'instrument à l'aide duquel le gouvernement agit, sans fatigue pour les finances, comme si le budget donnait de riches excédants applicables aux travaux publics.

Pour la seconde fois, il revient sur les traités dans lesquels s'étaient glissées des erreurs, peut-être inévitables, sur l'appréciation de la dépense et des produits du deuxième réseau, erreurs qui engageaient assurément sa responsabilité; et il répète à ce propos, et à quatre années d'intervalle, dans nos Chambres législatives, la significative déclaration qu'on va lire :

« S'il importe aux assemblées délibérant des choses de l'État de conserver à leurs résolutions l'autorité qui leur appartient, qui a droit au respect de tous; si elles ont la mission de défendre la majesté de la loi et les intérêts du trésor public, il est aussi de leur devoir de sauvegarder l'esprit d'association, de ne pas décourager l'ardeur de l'esprit d'entreprise, de ne pas faire assister le pays au douloureux spectacle de grandes associations convaincues d'impuissance, frappées de discrédit, en condamnant peut-être à la ruine des capitaux qui ont, en définitive, ajouté à la prospérité du pays, à sa grandeur, à ses éléments de puissance et de civilisation. »

L'importance des services publics dont il est question ici se prouve par le but même des conventions successivement intervenues entre le gouvernement et les compagnies.

Voici le relevé des concessions faites par le gouvernement impérial :

Années. — Six réseaux.	Concessions définitives.	Longueur totale au 31 décembre.
	kil.	kil.
Le réseau concédé avant 1851.....	»	3 903
— 1852................	2974	6 877
— 1853................	1854	8 751
— 1854 et 1855.........	2898	11 607
— 1856 et 1857.........	2595	14 180
— 1858, 59, 60, 61 et 62.	2443	16 623
Concessions éventuelles..........	335	16 958
1863, définitives et éventuelles....	3291	19 914

Ce réseau a subi en 1863 diverses modifications qui sont indiquées dans le tableau suivant :

NOM des COMPAGNIES.	AU 31 DÉCEMBRE 1862			CONVENTIONS DE 1863.			
	Ancien réseau.	Nouveau réseau	Total.	Addition en 1863.	Ancien réseau.	Nouveau réseau	Total.
Nord........	1,094	515	1,609	»	1,094	515	1,609
Est..........	974	1,361	2,335	750	978	2,107	3,085
Ouest	900	1,407	2,307	204	900	1,611	2,511
Orléans......	1,762	2,204	3,966	218	2,020	2,164	4,184
Paris-Méditer.	1,839	2,558	4,397	1,413	2,588	3,222	5,810
Midi.........	797	833	1,630	606	798	1,438	2,336
Divers	»	»	379	100	»	»	479
Concess. éventuelles.....	»	»	335	»	»	»	»
Totaux...	7,366	8,878	16,958	3,291	8,378	11,057	19,914

Il s'agissait une première fois, en effet, et il s'agit une seconde fois de couvrir le pays d'un vaste réseau de

lignes, afin de doter immédiatement les populations de nouveaux moyens de travail industriel et d'exploitation du sol, et cela à deux conditions, nouvelles elles-mêmes en ce qu'elles chargent le présent d'un gros sacrifice au bénéfice de l'avenir.

L'une de ces conditions est de construire dès l'origine ce réseau de telle manière qu'il puisse rendre les mêmes services que l'ancien comme moyen de viabilité.

L'autre est d'appliquer sur ce réseau à la circulation des hommes et des choses les mêmes tarifs que ceux qui sont perçus sur les lignes du plus grand courant commercial.

La conséquence de cette double condition est d'élever le prix de revient du transport, par une surcharge de dépense disproportionnée avec le trafic et par l'intérêt du capital d'établissement, ce qui affaiblit outre mesure le rendement de l'exploitation.

Les localités sont ainsi gratifiées d'entreprises qui sortent du cadre ordinaire de la spéculation. Les populations trouvent des éléments de travail et de richesse dans un emploi de capitaux qui n'obtiennent immédiatement qu'une rémunération insuffisante.

L'utilité publique est ici composée d'éléments divers qui se résument dans un but, celui de féconder le territoire. Les moyens sont pris dans la situation, bien plus que dans les règles de l'économie politique, si règles il y a. Les Compagnies sont autorisées à puiser dans l'épargne publique un capital dont l'intérêt est garanti partiellement par l'État. Cet intérêt est divisé en plusieurs parts. L'une sera couverte par le revenu des chemins

nouveaux. En cas d'insuffisance et jusqu'à concurrence de un et un dixième pour cent, elle sera couverte par l'ancien réseau, et, en cas d'insuffisance encore, elle sera avancée par l'État. La garantie de l'État sera effective pour une partie de ces lignes pendant une certaine période de temps, mais remboursable, et l'État recevra, en outre, par l'augmentation du revenu des impôts, une compensation.

L'augmentation du revenu de l'État est, en effet, la conséquence des plus-values du sol, des moyens de travail, de la richesse et du bien-être créé par les chemins de fer. Ce résultat final de la prospérité matérielle et ses conséquences en progrès intellectuel provenant de l'établissement des chemins de fer sont si considérables, que le gouvernement ne regarde plus à faire la mesure de la spéculation par son revenu direct. Il a confiance que l'insuffisance de ce revenu n'est que provisoire et qu'il ne faut pas s'y arrêter.

Dès aujourd'hui d'ailleurs les impôts directs sur les chemins de fer rapportent à l'État l'intérêt des sommes qu'il a données en subvention aux Compagnies. Plusieurs de ses services publics, notamment les postes et les transports de la guerre, s'accomplissent ou gratuitement, ou à des prix exceptionnellement réduits.

Par l'impulsion que les chemins de fer ont donnée au travail, par les plus-values sur toutes choses, les consommations, les transactions ont été telles que le budget des recettes ordinaires s'est, de 1846 à 1862, élevé de 1 350 900 000 fr., à 1 900 000 000 fr. Quels que soient le zèle et le savoir-faire des agents de la

perception de l'impôt, ils n'expliqueraient pas cette augmentation autrement que par l'accroissement de la richesse publique.

Le gouvernement se croit donc fondé à activer toutes les sources de production, à intéresser, au moyen des chemins de fer, tous les coins du territoire au développement des richesses locales, et aucun instrument n'est plus commode pour cet usage que les grandes compagnies de chemin de fer.

Le Gouvernement sait et l'Administration a reconnu que les compagnies sont organisées de façon à mériter sa pleine confiance, comme capacité pour la construction des chemins de fer, car elles ont fait faire à cet art les progrès les plus rapides; comme entente de services publics et comme activité, car elles exécutent plus rapidement que lui. Il sait aussi que l'emploi des deniers y est réglé avec une grande intelligence des formes de comptabilité, avec la garantie de contrôles vigilants, et que si le personnel est bien choisi, il est, aussi, bien surveillé. Des milliards ont été dépensés par les chefs et agents chargés de ces immenses travaux, et pas un exemple ne s'est produit d'une grande fortune, d'une grande position acquises par des moyens scandaleux, comme ceux dont le souvenir est resté attaché à l'époque des fermiers généraux.

Ainsi donc, quelles que soient les doctrines économiques : que l'on considère les grandes Compagnies comme des entrepreneurs intéressés auxquels le gouvernement trouve bon de confier l'établissement des chemins de fer et qu'il charge de percevoir l'impôt sur la circula-

tion des hommes et des choses en accomplissant les transports, ou bien que l'on regarde ces grandes associations comme dues au développement naturel de l'organisation industrielle du pays, on ne peut s'empêcher de reconnaître qu'elles représentent, en vitalité, un instrument essentiel à l'existence active du corps social[1].

Qu'il nous soit donc permis de tirer du succès général, complet, inespéré, des grandes associations dans la construction des chemins de fer, une conclusion scienti-

1. Devant cet exemple, on se prend à regretter que le gouvernement ne sente pas la nécessité d'étendre cette magnifique application des forces sociales par l'association, à toutes les industries dont le progrès ne peut être assuré que par des efforts qui dépassent les forces des individus même les plus riches.

Jamais, à aucune époque de notre histoire industrielle, le travail n'a eu besoin, en France, de plus de liberté. Au moment où le traité de commerce a cosmopolisé la vente des produits, les entraves administratives devaient faire sentir plus douloureusement que jamais leur étreinte; cependant, pas un réformateur ne s'est produit parmi les plus beaux diseurs de l'économie politique, comme parmi les plus habiles hommes d'État qui ont attaché leur nom à ce grand acte. Ils ont tout entendu, tout écouté, tout imprimé; mais, excepté le chiffre du droit d'entrée en France, rien n'a changé dans le régime légal fait à l'industrie, et l'on sait de reste qu'une bonne part des avantages naturels qui permettraient à la France de produire à aussi bas prix que ses voisins, est restée paralysée dans le réseau des lois administratives étendu sur le travail.

Dans l'industrie métallurgique, la perturbation est restée la même, le désordre légal quant aux minières, l'exploitation injuste et en dehors du droit commun des ressources forestières, les entraves à l'exécution des chemins de fer pour le service des mines et usines, l'absence d'une règle écrite pour la formation des sociétés anonymes, etc. Tout cela appelle une réforme intimement liée à l'abaissement des prix de revient, à la lutte de nos produits avec les produits étrangers, et cette réforme est facile comme toutes celles qui procèdent par l'affranchissement de l'industrie.

fique, si l'on peut donner le nom de science à des théories où l'empirisme a la plus grande part.

Il y a aujourd'hui bon nombre de docteurs en économie sociale, qui, prenant dans leur couleur politique la base d'un système, rejettent comme attentatoire à la démocratie tout ce qui, dans la liberté, ne se rapporte pas exclusivement à l'individu.

L'association, au lieu d'être considérée comme le développement normal et fécond de l'individu, est pour eux une atteinte à la liberté individuelle; elle détruit l'égalité, elle constitue des gouvernements au petit pied, de petites puissances qui absorbent l'initiative de chacun. Ces docteurs sont peut-être des démocrates, mais ce ne sont assurément pas des libéraux, et leur erreur ne vient que de la facilité avec laquelle on obtient, en France, la popularité, en se faisant l'apologiste d'idées qui ont un semblant d'égalité.

Mais comme il ne suffit pas de penser, qu'il faut agir, ils agissent, et voici ce qu'ils produisent : ils disent au gouvernement : Maintenant que vous avez aliéné en faveur de puissantes Compagnies l'exploitation des transports par chemin de fer, rachetez les canaux et affranchissez-les de tout péage. On vous dira peut-être que vous modifiez les conditions premières de votre contrat; vous répondrez que vous êtes le gardien suprême et permanent des intérêts du pays; qu'à ce titre vous n'avez aliéné aucun droit de féconder tout ce qui est susceptible de l'être dans le domaine public. La majorité des intérêts applaudira, les canaux seront gratuits, vous les entretiendrez aux frais de la nation. Sur ces voies

navigables, comme sur les rivières, comme sur les routes, l'individu sera maître, par conséquent libre. Il aura son bateau, son cheval; l'égalité sera satisfaite; vous aurez démocratisé l'industrie des transports, la liberté générale y aura gagné.

Qu'arrive-t-il cependant?

L'Administration, dont la tendance est aussi de combattre l'association par l'individualisme, accepte ce langage; elle persuade au Gouvernement que la théorie est vraie. Les canaux sont rachetés et livrés gratuitement à l'exploitation individuelle. Mais, ô surprise! on découvre que le tarif de navigation n'était qu'une partie infime du fret, et que, malgré l'extrême économie du moyen de locomotion, ce moyen est encore impuissant; il souffre, il végète, il ne rend au pays qu'un service médiocre. Le chemin de fer, *l'aristocratie, l'autocratie des transports*, fait mieux, plus économiquement que lui. Il dessert mieux les besoins publics, et cependant *il n'a pas chargé le budget pour son établissement et son entretien.*

Pourquoi? c'est qu'Administration et économistes se sont trompés. L'égalité, la liberté traduites en individualisme pur, en horreur de l'association, c'est l'impuissance. Ce n'est rien moins que la liberté, c'est absolument le contraire, car c'est l'individu livré à la plus infime des magistratures, à celle du garde et du gendarme. En effet, faute d'organisation des transports sur route, sur rivières, sur canaux, il faut des règlements de police. A ces règlements il faut une pénalité; or, en France, ce pays de l'égalité civile, la pénalité est matérielle et corporelle. L'individu est mené en prison, si le

poids et la forme de son véhicule dépassent une certaine limite, s'il le fait circuler à de certaines heures. L'amende, qui devrait ici être l'unique moyen coercitif, n'est que secondaire, l'Administration affirme qu'elle serait inefficace : c'est la peine corporelle qu'il faut. Alors le progrès a pour limite un règlement inflexible; tout effort pour faire mieux devient de l'indiscipline et de prétendus démocrates appellent cela de la liberté [1].

Toute l'histoire des canaux est celle d'une longue erreur dont nous signalerons le principe : Le transport par les routes, par les canaux, par les rivières, par les chemins de fer, est un art, et ne peut, pas plus que les autres arts, supporter l'étreinte d'une réglementation technique. Cet art veut avoir tout dans la main; la route, le moteur et le véhicule. Là où la division est nécessaire, sur les routes par exemple, le transport est coûteux et insuffisant. Le progrès y est lent, bien qu'il soit encore, dans ce cas, plus rapide par l'association que par l'individu. Là où le lien existe, les progrès sont rapides, l'art est le maître; il puise dans la puissance de l'association les moyens de transformation que le progrès exige.

Voulez-vous ralentir, arrêter en peu d'années la marche de l'art des transports par chemin de fer? Que l'ad-

1. C'est un fait digne de remarque que les infractions aux règlements purement techniques de voirie, du roulage, de la police des canaux, des rivières, etc., aboutissent en France, comme moyen coercitif, à des peines corporelles : l'arrestation, la détention, la prison. La perception de l'octroi est elle-même dans ce cas. En Angleterre, ces infractions aboutissent exclusivement à des amendes.

ministration rachète la voie et qu'elle donne la locomotion à l'industrie; ou bien, qu'elle fasse pour les chemins de fer ce qu'elle a fait pour les canaux; elle aura enfermé la plus grande industrie des temps modernes dans le cercle vicieux où depuis quarante ans elle tient les voies navigables; elle aura comprimé les forces du pays en leur ôtant le droit de se former utilement en faisceau, et elle continuera, pour vouloir tout faire, tout mesurer, tout réglementer, à décourager et à éteindre l'activité industrielle. Au lieu de tenir en défiance l'association, qu'elle cherche au contraire les formules fécondes par lesquelles elle peut être appliquée à tout ce qui languit dans le cercle immense du travail, et surtout des services publics, et en peu d'années elle pourra mesurer le mouvement industriel à l'intelligence de ses efforts dans cette voie.

Nous avons exposé la situation qui devrait recommander les sociétés anonymes à l'Administration publique. Cependant il est facile de voir que ce n'est qu'avec répugnance que cette Administration obéit à l'impulsion du Gouvernement, chaque fois qu'il remet aux mains des compagnies des parts nouvelles de son ancien domaine, celui de l'exécution des travaux publics, dont elle avait été, avant les chemins de fer, le possesseur tranquille et exclusif. Il est clair qu'elle veut et qu'elle espère reprendre bientôt ce domaine à ceux qu'elle considère plutôt comme les parasites que comme les instruments naturels d'un intérêt social.

C'est cette défiance, ou au moins cette indifférence manifeste, qui ont encouragé depuis longtemps les accusa-

tions dont quelques Chambres de Commerce se sont fait les organes et dont, à notre grande surprise, nous avons trouvé la reproduction dans un rapport récemment imprimé parmi ceux des membres du jury international de 1862.

Ces critiques, portées à la tribune du Corps législatif, ont eu du moins l'heureux résultat de montrer à l'Administration publique combien elle s'était compromise en laissant subsister dans le public des préventions fâcheuses contre les Compagnies. Elle a compris qu'elle était attaquée sur leur terrain et que l'injustice de l'attaque tout autant que la solidarité que lui impose son intervention quotidienne dans tous les détails de l'exploitation, lui faisaient un devoir de les protéger.

L'Administration sera exposée au même danger tant qu'elle n'acceptera pas franchement, sincèrement, ainsi que le fait le Gouvernement, les associations, comme l'instrument le plus utile pour la construction des travaux publics et pour leur exploitation.

Il suffira peut-être de déterminer le caractère des critiques dont les chemins de fer ont été l'objet pour justifier le mode de discussion que nous voulons suivre pour rétablir les faits et les intérêts sur leur véritable terrain.

On demande aux chemins de fer un accroissement de vitesse pour les voyageurs, plus de rapidité dans les livraisons des marchandises, et des réductions des tarifs de transport. Ce sont là, en effet, des besoins dont la satisfaction est, abstractivement, d'une utilité absolue.

La destination des chemins de fer est de les donner.

Les besoins sont insatiables, jusqu'à la gratuité des transports, jusqu'à l'extrême vitesse dans la limite de la sécurité.

Mais entre cela et ce qui est immédiatement possible, il y a une limite. Cette limite, elle est dans l'instrument en lui-même, et, pour la fixer, il faut bien comprendre ce qu'on peut lui demander.

Au premier coup d'œil, on aperçoit que les transports s'effectuent en France à un prix plus bas qu'en Angleterre, puisque les tarifs y sont généralement inférieurs. De plus, le rapport entre les dépenses d'exploitation et le revenu brut des chemins de fer est plus avantageux en France qu'en Angleterre. Voilà une vérité absolue.

Mais il y a en Angleterre plus de vitesse pour les trains express, plus de rapidité de livraison des marchandises. Or cela veut dire simplement qu'en Angleterre les transports se font autrement. Ce que la France économise au public sur le prix de transport, l'Angleterre le fait dépenser au public en vitesse de trains et en rapidité de livraison. Que si on trouve cela mieux, si on préfère à l'économie du transport un accroissement de vitesse pour les voyageurs et toute la rapidité possible dans la livraison des marchandises, il faut être conséquent et admettre, ou bien que les prix de transport seront augmentés d'une manière générale, ou que les voyageurs et les marchandises, qui jouiront de cet accroissement de vitesse, payeront un prix plus élevé. Telle n'est pas cependant la conclusion des récriminations. On veut obtenir, sans les payer, outre l'économie générale de transport déjà réalisée en France, les améliorations qui exis-

tent ailleurs et qui, là où elles existent, sont payées. Tel est le caractère des critiques, disons pour le moment, des exigences dont l'opinion publique est saisie.

En fait, c'est tout simplement une question de progrès dans laquelle le service et la rémunération doivent marcher parallèlement.

Les principaux interprètes de ces plaintes sont les Chambres de Commerce, organes du commerce et quelquefois des manufactures. Leur langage est celui d'une industrie contre une autre industrie. Il est âpre, plein d'amertume et d'hostilité. Le docteur Sterne avoue qu'il considère comme un ennemi personnel tout individu avec lequel il fait un marché [1]; de même les Chambres de Commerce en sont venues à présenter les compagnies de chemins de fer comme l'ennemi naturel, comme le monopoleur qui écrase l'industrie du poids de son privilége. Que cette idée fausse soit venue chez des hommes dont la profession, trop souvent parasite, se résume à vendre le plus cher possible ce qu'ils ont acheté au plus bas prix possible, cela se conçoit, c'est la tendance professionnelle des commerçants; mais comme cela mène à la gratuité des transports et par conséquent à l'absurde, il n'y a pas lieu de beaucoup s'y arrêter.

Pour rétablir la vérité, nous tâcherons d'abord de donner une idée exacte des bases équitables d'une comparaison entre les chemins anglais et français. Nous en déduirons la nature et le but des services rendus par eux et à en attendre. Nous aurons ainsi procédé par affir-

1. *Voyage sentimental.*

mation des faits comparatifs en partant de la charte d'origine qui a donné à ces entreprises l'exploitation des transports publics par chemins de fer.

Les chemins de fer sont en France l'œuvre commune du Gouvernement, de l'Administration publique et des Compagnies.

Le Gouvernement a donné à ces entreprises un appui moral, une sanction et un concours financier qui ont appelé à ce placement l'épargne accumulée et restée disponible pendant longues années, dans tous les étages des professions diverses.

L'Administration publique s'est faite tutrice des relations des compagnies de chemins de fer avec les intérêts publics et privés[1].

1. Voici quelques-unes des dispositions des actes de concession par lesquelles l'Administration supérieure a assuré son intervention :

« Pour l'établissement du chemin de fer, aucun travail ne peut être entrepris qu'avec l'autorisation de l'Administration supérieure et sur des projets approuvés par elle. Les travaux sont exécutés sous son contrôle et sa surveillance.

« Si le chemin n'est pas bien entretenu, l'Administration y pourvoira d'office aux frais de la Compagnie.

« Pour l'exploitation, des règlements d'administration publique, rendus après que la Compagnie aura été *entendue*, détermineront les mesures et les dispositions nécessaires pour assurer la police et l'exploitation du chemin de fer et son entretien. » « La Compagnie sera tenue de soumettre à l'approbation de l'Administration les règlements relatifs au service et à l'exploitation du chemin de fer. » « Le ministre déterminera, sur la proposition de la Compagnie, le minimum et le maximum de vitesse des convois de voyageurs et de marchandises, et des convois spéciaux des postes, ainsi que la durée du trajet. » « Pour tout ce qui concerne l'entretien et les réparations du chemin de fer et dépendances, l'entretien du matériel et le service de l'exploitation, la Compagnie sera soumise au contrôle et à la surveillance de l'Adminis-

Les compagnies ont pris l'initiative de l'exécution et de l'exploitation; elles sont les metteuses en œuvre des chemins de fer.

L'Administration publique a fixé les dispositions des contrats de concession, en ce qui concerne l'exploitation des transports; elle a établi plusieurs classes de voyageurs et de marchandises et elle a fixé pour chacune un maximum de tarif à percevoir et un minimum de vitesse de marche.

Tous les autres rapports des compagnies avec le public, le service et le tarif des omnibus, la prise et la remise des expéditions à domicile, le tarif des manutentions, de chargement et de déchargement, de magasinage et autres, sont réglés par l'Administration, les compagnies simplement entendues.

Aucune disposition introduisant entre la compagnie et le public des rapports nouveaux et quelconques ne peut être prise par elle sans l'examen préalable et l'approbation de l'Administration.

tration. » « Outre la surveillance ordinaire, l'Administration déléguera aussi souvent qu'elle le jugera utile un ou plusieurs commissaires pour reconnaître et constater l'état du chemin de fer, de ses dépendances et du matériel. » « L'Administration supérieure déterminera, par des règlements spéciaux, les heures d'ouverture et de fermeture des gares et stations, tant en hiver qu'en été. »

Singulier monopole que celui qui est exercé avec de pareilles conditions! Abus de mots plus singulier encore! N'est-il pas aussi vrai, plus vrai, que le cocher, quand il tient les rênes de votre voiture, la personne qui prépare vos mets, ont le monopole de votre existence. Si l'État met en danger la chose publique en confiant l'exercice des services publics à l'association, c'est-à-dire au public lui-même, il faudra lui demander aussi des cochers et des cuisinières, et se faire conduire et nourrir sous sa garantie.

L'Administration exige d'elles, en outre, une participation à certains services publics : le transport des lettres, les transports militaires et le service de la télégraphie. Elles doivent faire gratuitement presque tout le service de locomotion de la poste. Les militaires et le matériel de la guerre doivent être transportés au quart du tarif légal. Les dépêches télégraphiques privées doivent être transmises par les agents de la compagnie faute d'agents de l'Administration.

Les compagnies doivent en outre payer tous les frais du contrôle et de la surveillance de l'Administration, comme ceux de la police dont les gares sont l'objet. Le personnel et les bureaux de ces deux administrations sont à leur charge.

Dans ces limites, l'Administration a laissé le mieux à faire au stimulant de l'intérêt particulier des compagnies et de la concurrence à laquelle celles-ci sont exposées par les voies navigables, par les routes de terre et par elles-mêmes.

Sur ce dernier point, celui de la concurrence à établir entre les lignes de chemins de fer, le Gouvernement a plusieurs fois expliqué ses vues :

« Un moment viendra peut-être où le développement de la richesse publique, où les exigences nouvelles d'une production industrielle très-avancée, d'une population plus aisée, pourront rendre nécessaire ou même profitable l'établissement de lignes rivales au moins dans les parties les plus riches de notre territoire.

« Mais (1863) ce moment n'est pas encore venu. Le principe de la concurrence, si fécond dans les œuvres

spontanées de l'industrie humaine, ne pourrait recevoir une application immédiate et utile à la construction du vaste réseau des chemins de fer qui sillonnent notre territoire.

« Aujourd'hui, dans l'état actuel de l'industrie des chemins de fer, il aurait pour effet nécessaire de jeter une profonde inquiétude, non-seulement chez les grands capitalistes, mais aussi chez les innombrables porteurs de ces titres qui constituent une part considérable de la fortune publique, d'amoindrir le crédit des compagnies, et par là de compromettre la construction des lignes décrétées depuis si longtemps, attendues avec une si vive et si juste impatience par des populations aujourd'hui deshéritées. »

Si la concurrence dans la direction des grands courants commerciaux est ainsi très-sagement ajournée, il n'en est pas de même de celle que les compagnies peuvent se faire sur toutes les parties du territoire où elles se trouvent en contact.

Celle-là est incessante et d'autant plus acharnée que la puissance financière des concurrents permet de plus gros sacrifices.

Elle est conduite avec une grande habileté. Les ressources ne manquent pas aux concurrents, et tous les moyens possibles sont mis en usage jusqu'à la limite de ce qui est avouable. Dans ces luttes, les compagnies font usage contre leurs rivales des voies navigables, de la voie maritime, des subventions aux services par routes ordinaires, et, sous le titre de correspondances, elles ouvrent au commerce des lignes régulières de transport

dans des directions maritimes; par leur influence, le vent et la voile doivent y céder le pas à la vapeur, partant à jour et heure fixes. Déjà, sur le littoral de l'Océan, le cabotage à vapeur a pris la plus forte partie des transports que la voile occupait. Dans ces traités, la compagnie du chemin de fer fixe les délais de transport, elle constitue la responsabilité de son correspondant aussi sévèrement que la sienne propre, comme si elle acceptait la responsabilité des délais du transport et de la conservation de la marchandise jusqu'à destination; ces correspondances par toutes voies ont pris un tel développement que, si on ajoute au réseau de voie ferrée celui des services, ainsi organisés, de correspondance par bateaux à vapeur et autrement, sur la mer, sur les canaux, sur les rivières, et ceux des messageries et du roulage qui ont été créés par les compagnies de chemin de fer, on trouve le territoire Français desservi, quant aux transports, et couvert par la responsabilité des compagnies, sur toute sa superficie.

Les subventions payées par les compagnies pour maintenir ces correspondances s'élèvent à un chiffre très-considérable.

A côté de cette vaste organisation, qui prouve à elle seule que les compagnies étendent avec une initiative large et hardie leur sphère d'activité industrielle pour desservir les besoins du pays, il en est plusieurs autres qui sont, comme la précédente, spéciales à la France : spéciales, nous voulons dire, à la manière dont l'association y est entendue.

L'un est le service des omnibus dépendant des com-

pagnies; l'autre est le service du camionnage. Rien de semblable n'existe ailleurs sur une pareille échelle. Ces services fonctionnent ici généralement à perte; ils sont en Angleterre la source de bénéfices considérables.

Une exception de la plus haute importance signale encore l'organisation française; les perceptions des tarifs y sont généralement et notablement au-dessous des chiffres autorisés par l'acte de concession. C'est le contraire qui a lieu, généralement, en Angleterre.

La proportion des perceptions est en France, comparativement à l'Angleterre, comme 0 f. 0575 par voyageur et par kilomètre pour la France, à 0 f. 095 pour l'Angleterre.

Par tonne de marchandise et par kilomètre elle est 0 f. 0697 pour la France, et 0 f. 09 pour l'Angleterre.

Si la France l'emporte de beaucoup sur l'Angleterre quant au prix du service, elle l'emporte plus encore par le confortable de ses véhicules, par les soins dont les voyageurs sont l'objet, la sécurité et l'ordre pour les bagages. L'espace, l'air et la lumière manquent généralement dans les véhicules anglais. Rien n'égale sous ce rapport la barbarie de la voiture dite *parlementaire*.

Nous aurons à examiner aussi les vitesses comparatives des transports de voyageurs et de marchandises.

Nous nous bornons en ce moment à l'ébauche de l'organisation générale des chemins français au point de vue de leur charte d'origine.

Poursuivons le cours des services exceptionnels que rendent en France les chemins de fer.

Le transport gratuit des dépêches est un sacrifice qui

a de l'importance. M. Lan, ingénieur en chef des mines, chargé par la commission d'enquête d'étudier les chemins anglais, établit que le produit des transports des dépêches est, sur le London et North-Western, de 2020 f. par kilomètre, et qu'il est de 84 f. 50 sur le chemin de fer de Paris à la Méditerranée[1]. Cet exemple suffit pour constater à la fois l'importance du service rendu et du sacrifice imposé.

Quant aux transports de la guerre, le fait suivant vaudra mieux qu'aucune démonstration. Du 20 avril au 15 juillet 1859, en 86 jours, 603 782 militaires et 129 127 chevaux montèrent dans les véhicules préparés par douze compagnies de chemins de fer pour les transporter dans la direction de l'Italie. Ce mouvement correspondait à la sortie de France de 229 398 militaires et de 36 657 chevaux. Le parcours effectué sur chemins de fer fut de 190 000 000 hommes et de 37 650 000 chevaux à un kilomètre.

1. *Disposition des actes de concession relatives au service des postes.* — A chacun des trains de voyageurs et de marchandises, circulant aux heures ordinaires de l'exploitation, la Compagnie sera tenue de réserver gratuitement deux compartiments spéciaux d'une voiture de deuxième classe. Si cet espace ne suffit pas et qu'une voiture spéciale soit nécessaire, le transport de cette voiture sera également gratuit.

Un train spécial régulier, dit train journalier de la poste, sera mis gratuitement chaque jour, à l'aller et au retour, à la disposition de l'administration des postes pour le transport des dépêches sur toute l'étendue de la ligne. L'étendue du parcours, les heures de départ et d'arrivée, soit de jour, soit de nuit, la marche et le stationnement de ce convoi seront réglés par l'Administration, la Compagnie entendue. La vitesse moyenne de ce train ne devra pas être moindre de 40 kilomètres à l'heure, temps d'arrêt compris.

Comptés au tarif ordinaire, ces transports eussent coûté :

190 000 000 h. à $0^{f}05^{c}5$	10 450 000 fr.
37 650 000 ch. à $0^{f}10^{c}$	3 765 000
	14 215 000

Ils ont coûté, au quart du tarif légal[1] :

190 000 000 h. à $1^{c}37$.....	2 603 000	
376 500 000 ch. à $2^{c}5$.....	941 250	
		3 544 250
Bénéfice réalisé par le gouvernement.......		10 670 750

Le transport du matériel de l'artillerie et des approvisionnements de l'armée ne sont pas compris dans ces chiffres. Enfin il ne s'agit que du départ, pour lequel il a fallu que les diverses compagnies se prêtassent mutuellement une partie notable de leur matériel roulant. Le retour a du produire des avantages du même ordre.

On peut mesurer, d'après cela, l'importance du service rendu et se convaincre que les compagnies savent servir, dans les circonstances exceptionnelles, avec habileté et dévouement les grands intérêts du pays.

Voilà un exemple pris sur une époque de guerre; empruntons-en un autre à une année de paix, 1862.

Le chemin de fer de Lyon a transporté, en 1862, 151 702 661 militaires avec bagages, etc., à un kilomètre, pour le prix de 2 946 447 fr. Si le tarif ordinaire eût été appliqué, le produit eût été de 8 348 596 fr.

1. Si l'administration de la guerre requérait le matériel entier d'une Compagnie pour ses transports, elle payerait moitié du tarif légal. (Cahier des charges.)

C'est un bénéfice de 5 402 000 fr. pour le Gouvernement, non compris celui qui a été réalisé sur le transport du matériel de l'armée. A 40 p. 100 de dépense, ce sacrifice constitue une perte de 6 p. 100 sur le dividende distribué aux actionnaires.

L'ébauche que nous venons de tracer de la charte d'origine de nos compagnies de chemins de fer et des services publics dont elles sont chargées, est à mettre en comparaison de celle des compagnies anglaises.

Si on n'écoutait que le sentiment public, la constitution des compagnies françaises reposerait sur le monopole, et celle des compagnies anglaises sur la libre concurrence. Ce point de vue serait doublement inexact.

En Angleterre comme en France, le point de départ est le même. C'est la concession du droit d'exproprier le terrain nécessaire à l'établissement d'un chemin de fer, à la charge d'indemniser le propriétaire et d'y accomplir ou d'y laisser accomplir un service public de transport dont le prix est fixé distinctement pour la voie et pour la locomotion.

Sous ce rapport il y a identité d'origine.

Le point sur lequel les deux chartes se séparent est celui de la concurrence des lignes entre elles. Le Parlement anglais a admis jusqu'à un certain point cette concurrence. La limite à laquelle il s'est arrêté et qui n'empêche pas que tous les grands centres de population sont accessibles en Angleterre par plusieurs lignes entre lesquelles la rivalité peut s'établir, cette limite, disons-nous, est cependant très-réelle, et elle existe depuis le moment où il a été reconnu que les lignes actuelles suf-

fisaient au trafic et souffraient même des conséquences d'une concurrence trop développée.

En échange de cette condition de concurrence, les compagnies ont été gratifiées des libertés suivantes :

Elles peuvent se refuser à exécuter les transports des matières ou marchandises ou de certaines d'entre elles, et comme ce refus placerait les expéditeurs dans la nécessité de se pourvoir non-seulement de véhicules, mais de machines locomotives et de tous les appareils nécessaires pour l'alimentation en eau et en combustible de celles-ci et pour leur entretien, le commerce est en réalité à la disposition des compagnies. De là une organisation entièrement différente de celle qu'offre la France.

Pour les deux tiers environ du trafic consistant dans le transport de la houille et du coke, des minerais, des matériaux de construction, les compagnies se bornent à faire la traction. Le véhicule appartient à l'expéditionnaire, et la compagnie est affranchie de tout service et de toute obligation, quant à la conservation de la marchandise, à l'exception du vol dans ses établissements, et quant à la livraison, puisqu'elle n'en est pas chargée; son rôle se borne ici à celui de simple mécanicien remorquant un train. La marche est réglée par ces mots sacramentels inscrits dans la charte de concession et qui s'étendent à tous les services publics dont la compagnie se charge, que *le transport doit être effectué dans un délai raisonnable.*

Ce délai, la concurrence s'est chargée de le fixer pour les marchandises de valeur, et, sous ce rapport, elle a bien servi l'intérêt général. C'est par là que brille parti-

culièrement l'exploitation des chemins de fer anglais; ici cependant la vitesse, l'exactitude et la régularité ne se rapportent nullement aux gros transports dont la compagnie fait la remorque, mais à un tiers environ du trafic général des marchandises, celles dites de Classe. Ajoutons que ces délais sont supérieurs à ceux des transports de grande vitesse effectués en France, et comme les tarifs anglais, ajoutés aux frais énormes de camionnage au départ et à l'arrivée, atteignent ou dépassent, pour les distances moyennes, les tarifs de grande vitesse français, il en résulte que la France n'a pas sous ce rapport à céder le pas à l'Angleterre, si on fait entrer le prix dans la comparaison du service effectué. Nous aurons donc l'occasion de comparer les délais de livraison des marchandises en France et en Angleterre lorsqu'il s'agira des prix de transport, car ces deux questions se lient.

Le fait qui domine aujourd'hui dans l'organisation des chemins de fer anglais, c'est que la concurrence entre compagnies, d'abord poussée à outrance, n'existe plus au même degré. Les grandes compagnies se sont entendues pour cesser de se faire une concurrence désastreuse.

Les compagnies anglaises ont en outre le droit d'établir, sans contrôle, des tarifs de chargement et de déchargement, un droit terminal, des droits de manutentions et charges accessoires qui ont pour effet d'accroître les tarifs légaux du double sur les faibles distances et d'un supplément, dans tous les cas, très-notable jusqu'à 200 kilomètres. Nous entrerons plus loin dans quelques détails à cet égard

Ces compagnies sont autorisées, par le silence de leurs statuts, à traiter la même nature de marchandises très-différemment. C'est ainsi que les tarifs de la houille destinée à l'exportation sont réduits par la plupart d'entre elles au-dessous de ceux des houilles destinées à être consommées dans le pays même.

Elles se considèrent encore comme autorisées à faire varier les prix suivant les quantités livrées par un seul expéditionnaire, et elles le font.

En réalité, les compagnies anglaises n'ont aucune charte réglementaire de leurs rapports avec le public[1]. Le public est à peu près absolument dans leur dépendance, mais elles ont un immense intérêt à le satisfaire,

1. Il y a quelques années, la Compagnie du Great-Western, pour s'épargner des contestations avec des expéditeurs au sujet du droit terminal qui, pour les petits parcours, s'ajoute toujours au maximum du parlement, a fait publier l'avis dont le texte suit :

Chemin de fer Great-Western.

« La Compagnie donne avis qu'à partir du 1er novembre 1856, elle cessera de remplir les fonctions d'entrepreneur de transports publics pour les articles ci-après désignés : briques, cendres, charbons, coke, engrais, chaux, matériaux pour réparer les routes, sels de toute nature, tuiles, scories.

« La Compagnie consentira néanmoins, à des conditions convenues à l'avance et signées par les contractants, à prêter ses locomotives et ses wagons pour le transport desdits articles entre les diverses stations de sa ligne. »

La résolution annoncée par cet avis était légale, car la législation anglaise sur les chemins de fer n'oblige pas les compagnies à opérer elles-mêmes le transport de la marchandise ; elles ne sont tenues qu'à livrer passage sur leurs lignes moyennant un péage déterminé.

Le parlement, en fixant, après 1836, un tarif dans le cas où les compagnies de chemins de fer transporteraient elles-mêmes la marchandise sur leurs lignes, n'a pas changé la législation antérieure. Les

une nouvelle concurrence pouvant à chaque instant surgir pour faire mieux qu'elles.

Enfin, les compagnies anglaises sont dispensées de toute servitude, de toute obligation onéreuse relativement au service de la poste, aux transports militaires, à la télégraphie; elles payent des impôts infiniment moindres qu'en France[1].

Nous allons entrer maintenant dans le détail des faits pour apprécier le service comparatif des deux industries.

Nous traiferons :

1° Des dépenses comparatives d'établissement des chemins de fer en France et en Angleterre;

2° De l'exploitation et des transports effectifs réalisés dans les deux pays par les chemins de fer;

3° Du prix auquel les compagnies font payer leurs transports, c'est-à-dire, des tarifs de circulation et autres;

compagnies ne peuvent pas dépasser ce tarif de transport, mais elles peuvent le refuser et rester simples compagnies de péage.

Aussi, lorsqu'un chemin de fer s'ouvre à la circulation, la compagnie concessionnaire n'affiche-t-elle que le tarif de passage et d'usage de la ligne (le péage), et n'affiche-t-elle jamais le tarif de transport?

Les expéditeurs de charbons et des autres marchandises désignées dans l'avis ci-dessus, ne pouvant pas user du droit fictif d'opérer eux-mêmes leurs transports, se sont résignés à subir les conditions imposées par la Compagnie du Great-Western.

(*Rapport de M. Moussette*, p. 87, 88.)

1. En France, l'impôt du trésor sur les places de voyageurs et le transport des marchandises en grande vitesse, est de 12 pour 100. En Angleterre, l'impôt sur les voyageurs n'est que de 5 pour 100, et il n'y a aucun impôt sur les marchandises.

(*Rapport de M. Moussette*, p. 15.)

4° Des délais de livraison des marchandises; de la vitesse des express;

5° De la part prise par les compagnies dans les services de l'État;

6° De l'influence relative des chemins de fer en France et en Angleterre, sur la richesse publique, sur les mœurs et sur la force vitale de la nation;

7° Comment les relations entre l'organisation sociale de chacun des deux pays et la charte constitutive des chemins de fer, démontrent l'égale absence d'un monopole dans les deux systèmes de concession;

8° Du système financier constitutif des sociétés de chemins de fer en France et en Angleterre.

---

1. Des dépenses comparatives d'établissement des chemins de fer en France et en Angleterre.

Le réseau français concédé a une étendue de 20 130 kilomètres. Achevé, il aura coûté[1] :

En apport des compagnies..............	7 021 760 000 fr.
Pour la part de l'État......................	1 330 188 379
Total........	8 352 000 000
Le coût kilométrique est de...............	430 000
Mais il ne ressort pour les compagnies qu'à..	361 000

Le tableau suivant donne le détail de ces résultats généraux:

1. Non compris 695 kilomètres de chemin en dehors des six grands réseaux.

ÉTENDUE DES RÉSEAUX. — DÉPENSES DE CONSTRUCTION. — PART DES COMPAGNIES.
PART DE L'ÉTAT. — COUT KILOMÉTRIQUE.

RÉSEAUX.	ANCIEN RÉSEAU.	NOUVEAU RÉSEAU.	LONGUEUR TOTALE.	DÉPENSES DE CONSTRUCTION. PART des Compagnies.	DÉPENSES DE CONSTRUCTION. PART de l'État.	TOTAL.	COUT KILOMÉTRIQUE pour les Compagnies	COUT KILOMÉTRIQUE Total.
	kil.	kil.	kil.	fr.	fr.	fr.	fr.	fr.
Paris-Méditerranée.	2,588	3,222	5,810	2,315,000,000	440,917,964	2,756,400,000	398,000	473,000
Ouest............	900	1,611	2,511	995,000,000	189,510,462	1,184,500,000	398,000	472,000
Est..............	978	2,107	3,085	1,175,000,000	188,352,153	1,363,350,000	381.000	451,000
Orléans..........	2,020	2,164	4,184	1,244,000,000	299,205,803	1,543,200,000	296,000	368,000
Midi.............	798	1,438	2,236	668,500,000	206,750,000	875,300,000	300,000	392,000
Nord.............	1,094	515	1,609	624,262,000	5,452,000	630,000,000	387,000	392,000
Totaux........	8,378	11,057	19,435	7,021,762,000	1,330,188,382	8,352,750,000	361,000	430,000
Divers...........			695					
Total.........			20,130					

La part de l'ancien réseau dans cet ensemble est indiquée dans le tableau suivant :

ÉTENDUE ET DÉPENSE D'ÉTABLISSEMENT DE L'ANCIEN RÉSEAU.

CHEMINS DE FER.	ÉTENDUE.	PART des Compagnies dans la dépense d'établissement.	SUBVENTIONS de l'État en argent ou en travaux.	DÉPENSE totale d'établissement.	COUT KILOMÉTRIQUE pour les Compagnies	COUT KILOMÉTRIQUE Total.
Paris-Méditerranée........	2,588	1,060,000,000	245,417,964	1,305,417,964	409,000	503,000
Orléans..........................	2,020	478,000.000	220,405,803	698.405,803	236,500	345,000
Est................................	978	310.000,000	120,352,153	430.352,153	317.000	440,000
Ouest............................	900	425,000.000	88,600,000	513,600,000	472.000	570,000
Midi..............................	798	330,000,000	51,500,000	381,500,000	413,500	478,000
Nord..............................	1,094	442,000,000	»	442,000.000	404,000	404,000
Totaux..........................	8,378	3,045,000,000	726,275,920	3,771.275,920	363,000	460,000

Les dépenses d'établissement du nouveau réseau ont été portées pour les chiffres suivants, dans les dernières conventions :

ÉTENDUE ET DÉPENSE D'ÉTABLISSEMENT DU NOUVEAU RÉSEAU.

CHEMINS DE FER.	ÉTENDUE.	PART des Compagnies dans la dépense d'établissement.	SUBVENTIONS de l'État en argent ou en travaux.	DÉPENSE totale d'établissement.	COUT KILOMÉTRIQUE pour les Compagnies	COUT KILOMÉTRIQUE Total.
Paris-Méditerranée......	3,222	1,255,000,000	195,500,000	1,450,500,000	390,000	450,000
Orléans................	2,164	766,000,000	78,800,000	844,800,000	354,000	389,000
Est....................	2,107	865,000,000	68,000,000	933,000,000	411,000	453,000
Ouest..................	1,611	570,000,000	163,710,462	733,710,462	353,000	455,000
Midi...................	1,438	338,500,000	51,500,000	390,000,000	234,000	264,000
Nord...................	515	182,300,000	5,452,000	187,752,000	454,000	464,000
Totaux...........	11,057	3,976,800,000	562,962,462	4,539,762,462	361,000	410,000

La dépense d'établissement des chemins de fer français ressort suffisamment des chiffres de ces tableaux; mettons en présence celle des chemins de fer anglais.

A la fin de l'année 1861, le réseau anglais avait une étendue de 17 465 kilomètres.

Sa construction avait coûté 9 150 000 000 fr., soit 524 000 francs par kilomètre.

C'est 81 000 fr. de plus que l'ancien réseau français, et 107 000 fr. de plus que le nouveau.

En réalité c'est beaucoup plus encore si on fait entrer en comparaison le prix des matériaux, celui des métaux et le prix des machines dans les deux pays; si on fait une part à l'espace considérable occupé par les gares françaises, aux dispositions exigées en emplacements et en bâtiments par les impôts d'octroi dans les villes.

Ajoutons que les chemins de fer français font un service de transport plus considérable que les chemins anglais, ainsi qu'on le verra plus loin.

On peut conclure de cette comparaison que les chemins français coûtent en réalité un cinquième en moins que les chemins anglais, et qu'au point de vue de l'emploi de l'argent à l'exécution des travaux publics, nos grandes associations ont fonctionné ici avec une intelligence et une supériorité incontestables.

---

2. De l'exploitation et des transports effectifs réalisés en France et en Angleterre par les chemins de fer.

3. Du prix auquel les compagnies font payer leurs transports : tarifs de circulation et autres.

4. Des délais de livraison des marchandises ; de la vitesse des express.

Il y avait en Angleterre, dans l'année 1861[1], 17 485 kilomètres de chemins de fer en exploitation

		soit par kil.
La recette y fut sur les voyageurs de..	337 500 000 fr.	19 300 fr.
— les marchandises de.	386 000 000	22 100
Total..........		41 400

Transport des voyageurs. — La proportion des classes a été en Angleterre, quant au nombre et à la recette, comme suit :

	Nombre.	Recette.
1re Classe.........	12.62	29.20
2e Classe.........	29.44	33.47
3e Classe.........	57.94	37.33
	100	100

La recette étant 337 500 000 fr., le rapport ci-dessus donne

pour la 1re Classe...........	98 500 000 fr.
— 2e Classe...........	112 500 000
— 3e Classe...........	126 500 000
	337 500 000

Le nombre de voyageurs transportés à 1 kilomètre

1. On n'obtient de résultats statistiques exacts en Angleterre que dans les documents officiels, et ceux-ci ne sont publiés qu'à un an d'intervalle. Les chiffres de 1862 ne sont pas encore officiellement connus.

peut être inféré des chiffres qui précèdent, en prenant la première classe pour 13 cent. 55, la deuxième pour 10 cent. 5, la troisième pour 6 cent. 42. Il aura été :

	Voyageurs à un kil.
pour la 1re Classe de.......	726 000 000
— 2e Classe de.......	1 070 000 000
— 3e Classe de.......	1 970 000 000
	3 766 000 000

Le nombre des voyageurs qui ont parcouru 1 kilomètre a donc été en Angleterre, en 1861, par kilomètre de chemin de fer, de 216 000, et la recette 19 300 francs, soit 9 cent. 05 par voyageur à 1 kilomètre.

En France, en 1861, il y avait 9608 kilomètres exploités. La recette fut :

		par kil.
Sur les voyageurs........	201 273 340 fr.	20 850 fr.
Sur les marchandises.....	260 274 548	27 150
Total......	461 547 888	48 000

Le produit des recettes brutes par voyageur à 1 kilomètre est en France de 5 cent. 75.

Sur l'ancien réseau du Nord, de l'Est, de l'Ouest, d'Orléans, de Lyon et du Midi, la recette par les voyageurs seulement, a été, en 1861, de 138 621 467 francs, et le nombre de voyageurs à 1 kilomètre de 2 416 420 547, ce qui donne 0 fr. 05 75 par voyageur à 1 kilomètre.

Le réseau exploité par ces six compagnies étant de 7474 kilomètres, le mouvement est ainsi de 322 000 voyageurs à 1 kilomètre, et la recette de 18 550 francs par kilomètre en dehors du mouvement et des recettes sur les marchandises de la grande vitesse, qui entrent pour

2300 francs dans le produit kilométrique. Le total des produits de la grande vitesse est de 20 850 francs par kilomètre.

Mais pour le réseau entier de 9608 kilomètres, la recette sur les voyageurs, indépendamment des produits de la grande vitesse, n'a été que de 16 000 francs, et le mouvement kilométrique se réduit à 278 000 voyageurs au lieu de 322 000 qu'il a été sur l'ancien réseau.

La supériorité des chemins de fer français sur les chemins anglais, en ce qui concerne le transport des voyageurs, éclate ainsi par les résultats les plus saillants.

Le voyageur est transporté, en Angleterre, pour 9 cent. 05 par kilomètre; il l'est en France pour 5 centimes 75.

L'Angleterre en transporte annuellement 216 000 par kilomètre; la France en transporte 278 000.

Outre cela, la France fait un service de grande vitesse pour l'alimentation des marchés dont l'analogue n'existe nulle part, ni en Angleterre, ni ailleurs. Le lait, le poisson, les fruits, les légumes, la viande abattue affluent par des trains rapides circulant de nuit, apportant dès l'aube du jour une forte part de l'alimentation journalière.

Ainsi, au point de vue de l'intérêt public, l'exploitation des chemins de fer français est, en ce qui concerne le transport des voyageurs, de beaucoup plus économique et plus active que celle des chemins anglais.

Transport des marchandises. — Le produit du transport des marchandises a été, en Angleterre, en 1861, de 386 millions de francs, sur 17 450 kilomètres, soit de 22 100 francs par kilomètre.

Il a été en France, dans la même année, de 260274548 fr. sur 9608 kilomètres, soit 27 150 francs par kilomètre.

Nous savons, pour la France, à quel mouvement ce tarif a correspondu et le prix moyen qui en est ressorti pour le transport d'une tonne à un kilomètre.

C'est ce prix moyen qu'il est nécessaire de déduire de la comparaison des tarifs anglais avec les tarifs français[1].

Houille. — A la distance de 161 kilomètres, les tarifs anglais donnent un produit moyen de 5 cent. 18 au lieu de 4 cent. 69, qui sont perçus en France pour la même distance par les cinq grandes compagnies françaises.

Pour la plus grande distance, il est perçu :

En Angleterre	3c73	322k.
En France, Est	3 36	457
— Nord	3 75	267
— Orléans	3 11	354
— —	2 72	539
Lyon	3 85	382

Il n'est pas besoin d'insister sur la grave signification de ces chiffres. La France dépasse ici l'Angleterre en service rendu à l'industrie sur le point où tous les avantages naturels sont en faveur de cette dernière quant à l'économie de la traction (prix du coke, absence de rampes, bas prix des véhicules et machines).

Minerais. — Le tarif appliqué varie, en Angleterre, de 41 centimes à 6 cent. 4, suivant la distance de 6 kilo-

1. Nous n'avons pas, dans le cours de cette étude, posé un chiffre dont l'origine ou la sanction ne se trouve dans les documents produits par MM. les Commissaires du Gouvernement, envoyés en Angleterre pour recueillir les faits relatifs à l'exploitation.

mètres à 322 kilomètres. Mais c'est en général entre 9 centimes et 5 cent. 3 qu'il faut tabler pour ces transports. Les énormes tarifs perçus pour les faibles distances proviennent d'un droit terminal considérable que les compagnies anglaises appliquent à toutes les expéditions, ainsi qu'à d'autres droits, à l'aide desquels ils ajoutent librement au tarif légal, un supplément qui dépasse souvent du double le tarif même.

Angleterre.	Les trois plus grandes lignes.	0f 057	161k.
		0 052	300
		0 064	322
France....	Est	0 043	114
—	Lyon	0 030	366
—	Orléans	0 0287	514
—	Nord	0 0342	203

Ainsi, pour le minerai comme pour la houille, l'industrie métallurgique est desservie par les chemins de fer français infiniment mieux que ne l'est sa rivale en Angleterre.

Fer en barres.

Angleterre.	North-Eastern	10c »	100k.
—	—	4 08	322
—	North-Western	8 »	188
—	Great-Western	13 »	84
—	—	9 »	322
—	Great-Northern	15 6	64
—	—	8 7	310
France...	Nord	3 10	323
—	—	2 84	343
—	Est	4 67	467
—	Lyon	4 »	300
—	Orléans	5 65	583
—	—	4 38	685

Les tarifs perçus sur la fonte et sur le fer, sous toutes leurs formes, présentent d'aussi larges différences.

Coton brut.

Angleterre.	Liverpool à Manchester...	0f 19c / 0 16	50k.
—	Great-Northern...........	0 19	48
—	—	0 15	80
—	—	0 12	205
—	—	0 11	310
—	Great-Western............	0 19	66
—	—	0 13	192
—	—	0 11 6	322
France...	Nord.....................	0 10	152
—	Est et ouest...............	0 10 42	652
—	Paris-Méditerranée.........	0 05 76	865
—	Orléans (filé)..............	5 08 22	583

Ainsi, sur le transport de la matière brute qui alimente l'industrie vitale de l'Angleterre, la France a acquis une grande supériorité.

Rien ne peut mieux que les chiffres qui précèdent faire ressortir la valeur morale des grandes associations. Activité, intelligence, dévouement, tout concourt à agir dans l'intérêt général, sans sacrifice des capitaux qu'elles administrent.

La série des matières dont le transport est effectué à des prix extrêmement réduits n'est pas terminée ici ; les grains et farines, le vin, les bestiaux, le lait, les matériaux de construction, les bois à brûler et de charpente, les fourrages, les engrais, tout ce qui sert en un mot aux grandes industries et à l'agriculture, toutes les matières pour lesquelles la distance était un obstacle à l'emploi industriel ou agricole, sont transportées à des

taux analogues et souvent inférieurs aux précédents. Le plâtre traverse la France au tarif de 2 centimes par tonne et par kilomètre.

Rien d'analogue ne se présente en Angleterre. Là, point de solidarité : chacun pour soi. En France, les compagnies n'ont jamais perdu de vue la pensée qu'elles dirigent un service public de premier ordre, et que la satisfaction de l'intérêt matériel de l'association n'est et ne peut être que le résultat de la plus grande somme d'activité dont le pays doit être gratifié.

Prenons maintenant pour base de comparaison les marchandises dites de classe.

La première classe anglaise, qui correspond à la dernière série française, est tarifée par kilomètre et par tonne 0 fr. 16 cent. pour la distance de 100 kilomètres, et 0 fr. 10 cent. pour les plus longs parcours.

En France. Nord.	100k.	5e série.	0f.	8c	80	par tonne et
		6e série.	0	6	70	par kilomètre.
	262k.	5e série.	0	7	25	—
		6e série.	0	5	5	—
Est.	100k.	4e série.	0	9	65	—
	492k.	4e série.	0	6	30	—
Paris-Méditerranée.	100k.	5e série.	0	6	50	—
		6e série.	0	5		—
		spéciale.	0	4		—
	863k.	5e série.	0	4	70	—
		6e série.	0	4	54	—
		spéciale.	0	3	62	—
Orléans.	100k.	3e série.	0	10	10	—
	583k.	3e série.	0	8	1	—
Ouest.	100k.	5e série.	0	8		—
	437k.	5e série.	0	5		—

La seconde classe, qui correspond aux deuxième et quatrième séries des tarifs français, est tarifée en Angleterre :

Great-Western.	64k.	0f.22c.	par tonne et par kilomèt.	
	322k.	0 13	—	—
Great-Northern.	64k.	0 20	—	—
	241k.	0 14	—	—

Pour les petits parcours (8 kil.), le tarif s'élève par tonne kilométrique à 0 fr. 52 cent.

En France. Nord.	100k.	3e série.	0f.	12c.	30
		4e série.	0	10	30
	267k.	3e série.	0	11	25
		4e série.	0	9	25
Est.	100k.	3e série.	0	11	70
	490k.	3e série.	0	10	20
Lyon.	100k.	3e série.	0	10	10
		4e série.	0	8	
	863k.	3e série.	0	8	05
		4e série.	0	6	30
Orléans.	(Comme la série précédente).				
	100k.	3e série.	0	10	10
	583k.	3e série.	0	8	1
Ouest.	100k.	4e série.	0	10	
	437k.	4e série.	0	5	96

La troisième classe anglaise, qui correspond aux deuxième et troisième séries françaises, est tarifée en Angleterre par tonne et par kilomètre pour diverses distances aux chiffres suivants :

Great-Western.	64k.	0f.	25
	322k.	0	17
Great-Northern.	64k.	0	23
	241k.	0	17

En France.

Nord.	100k.	2e série.	0f.	14c.40
	267	2e série.	0	13 5
Est.	100	2e série.	0	15
	490	2e série.	0	14 5
Lyon.	100	2e série.	0	14 10
	863	2e série.	0	09 80
Orléans.	100	2e série.	0	16
	583	2e série.	0	11 8
Ouest.	100	2e série.	0	14
		3e série.	0	12
	226	2e série.	0	13 90
		3e série.	0	12
	437	2e série.	0	7 50
		3e série.	0	6 45

En Angleterre, la quatrième et la cinquième classe, qui correspondent à la première série française, sont tarifées :

		4e Classe.	5e Classe.
Great-Western.	64k.	0f.29c.	0f.35c.
	241	0 22	0 23
	322	0 21	0 22
Great-Northern.	64	0 37	0 41
	241	0 25	0 36
Londres à Plymouth.	399		0 27
Londres à Cardiff.	274		0 31
Londres à Llanelly.	362		0 31
Chester à Birmingham.	135		0 39
Chester à Schrewsbury.	68		0 55

En France.

Nord et Est.	Toutes distances	1re série.	0 16
Orléans.	100k.	id.	0 16
	797	id.	0 13 2
Ouest.	100	id.	0 16
	226	id.	0 15
	437	id.	8 65

En Angleterre, la quatrième et la cinquième classe sont tarifées, pour les petites distances (de 8 à 10 kil.), 0 fr. 94 et 0 fr. 66 cent. par tonne et par kilomètre; en France, le tarif n'excède pas 0 fr. 16 cent.

La fraction de poids descend jusqu'à 10 kilogr.[1].

Si nous comparons les droits accessoires, nous rencontrons, en Angleterre, le droit de gare, dit droit terminal. Il varie, pour les trois premières classes, de 3 fr. à 3 fr. 75 cent. par tonne; il est de 4 fr. 35 pour la quatrième classe.

Les droits de chargement ou de déchargement sont de 1 fr. 87 cent. par tonne.

Il convient de dire que ces diverses taxes et la manière dont la charte de concession est interprétée ont pour conséquence que les tarifs légaux sont, pour les courtes distances, notamment dépassés.

« La surtaxe est, pour les parcours moyens (80 à 160 kil.), de plus de 100 pour 100; pour les parcours au-dessous de 80 kilomètres, elle est de 100 à 300 pour 100. »

« De Manchester à Sheffield, le tarif légal serait....	13 4
les taxes accessoires sont.....	7
et le prix total est........	20 4 »

Nous avons fait remarquer la très-grande supériorité

1. Au-dessous du poids de 500 livres anglaises ou 225 kilogr., la marchandise n'est pas tarifée par les actes de concession; les compagnies peuvent demander pour le transport de ces colis, ce qu'elles jugeront convenable.

(*Rapport de M. Moussette*, p. 72.)

du camionnage français sur le camionnage anglais. C'est ici le lieu de comparer les prix de ce service :

Angleterre.

1re classe et classe spéciale...		7f.50 / 6 85
2e classe	—	9 35
3e classe	—	11 25
4e classe	—	13 10
5e classe	—	15 60

France.

Toutes classes et suivant les distances :

Nord.	5, 3 et 2 fr.	dans Paris et les départem.
Est.	6,5, 4 et 3 fr.	dans Paris.
Paris-Méditerranée.	7 à 2 fr. 50	dans Paris.
	3 à 1 fr. 50	dans les départements.
Orléans.	5 à 3 fr. 50	dans Paris.
Ouest.	6, 4 et 3 fr.	dans Paris.

Nous avons rendu palpable la différence qui existe entre les prix du transport par chemins de fer, en France et en Angleterre. Elle est considérable, et l'on peut en conclure que la concurrence n'a pas si bien servi ce pays que n'a fait, en France, l'organisation des grandes associations de capitaux.

Il nous reste à tirer un chiffre moyen comparatif de transport de la tonne à 1 kilomètre :

Le produit moyen que donne en France le transport d'une tonne de marchandise à 1 kilomètre, est 6 c. 97.

Ce chiffre est obtenu en divisant la recette brute des sept compagnies, sur les marchandises transportées, en 1861, 226 824 128 francs, par la circulation totale en tonnes de marchandises à 1 kilomètre, 3 250 164 171.

Des calculs approximatifs faits pour quelques chemins

anglais, nous donnent, pour le produit moyen, 9 centimes par tonne et par kilomètre. Ce chiffre répond assez bien, d'allleurs, aux différences que nous avons constatées dans les tarifs de perception[1].

Le résultat comparatif du service rendu par les chemins anglais et français, quant au transport des marchandises, peut alors être établi comme suit :

Pour un produit de 22 100 francs par kilomètre, les chemins anglais auront transporté 245 500 tonnes à 1 kilomètre ; tandis que pour un produit de 27 150 fr., les chemins français auront transporté 387 500 tonnes à 1 kilomètre ; utilisant ainsi leurs chemins dans la proportion de 100 à 158 et gratifiant le pays d'une économie comparative de 22,5 pour 100 sur le prix de transport, sans compter l'économie sur le camionnage.

Vitesse des exprèss. Délai de livraison. — Il n'est jamais venu à l'idée de ceux qui demandent, ou plutôt qui veulent que l'Administration exige des chemins français des vitesses égales à celles des trains express anglais et des délais de livraison des marchandises aussi courts que ceux qui sont pratiqués en Angleterre, il ne leur est jamais, disons-nous, venu à l'idée de faire la mesure comparative des services rendus par les uns et par les

1. En prenant le trafic des marchandises de classes et des *parcels* de petite vitesse dans son ensemble, pour toutes les lignes anglaises, on arrive à ce résultat : que le tarif moyen perçu est d'au moins 12 centimes par tonne et par kilomètre. Sur le réseau du Great-Northern, ce tarif moyen est de près de 16 centimes. Or, on sait que sur les lignes françaises la moyenne des prix perçus pour les marchandises de cette catégorie varie entre 7 et 9 centimes au plus.

(*Rapport de M. Moussette*, p. 73.)

autres ; non pas de ces services qui tiennent à des conditions naturelles plus avantageuses, mais de ceux qui s'obtiennent par l'activité, l'ordre et la bonne organisation. Lorsque l'on se rappelle que le combustible employé dans les machines locomotives, est de 40 à 50 pour 100 moins cher en Angleterre qu'en France; qu'il est de qualité très-supérieure; que les salaires de nos mécaniciens, chauffeurs et ouvriers sont plus élevés; que la population est enfin, en Angleterre, bien plus condensée qu'en France, on se demande comment il se fait que notre pays ait atteint une supériorité si décidée sur celui qui l'a précédé dans la carrière.

La raison en est, clairement, qu'en Angleterre les chemins de fer sont pour le moment en excès ; qu'en France ils sont à la mesure des besoins. Dans le premier cas, la concurrence se portera tour à tour sur les deux conditions du transport : sa vitesse et son prix[1].

1. La rapidité du service des marchandises tient certainement à la concurrence que se font les compagnies anglaises; mais il faut dire qu'elle est aussi le résultat de la liberté qui est laissée aux compagnies des chemins de fer pour les détails de leur service.

Tous les directeurs m'ont déclaré que si les expéditeurs exigeaient des engagements formels pour les délais d'expédition et de livraison des marchandises, si la législation imposait aux compagnies de chemins de fer des délais rigoureux, et si surtout une pénalité était stipulée pour les cas de retard, ils indiqueraient sur les engagements un délai triple au moins du délai employé actuellement.

Et alors, ont-ils ajouté, de cet état de choses naîtrait certainement l'habitude de prendre tout le temps obligatoire, sous le prétexte d'éviter les erreurs qu'entraîne un rapide service, et aussi pour amener une économie d'exploitation capable de compenser les indemnités auxquelles les compagnies seraient forcément assujetties.

En effet, d'après la législation anglaise, les compagnies des chemins

Quant à la vitesse des trains : devant un art dont chacun possède le secret, c'est la plus courte distance qui l'emporte inévitablement ; la concurrence a bientôt dit son dernier mot, et la vitesse s'est fixée, sur les lignes rivales, au même point.

Il en est de même du délai de livraison. C'est une question de frais de gare et de camionnage ; il suffit pour la résoudre de charger le public d'une dépense considérable. On demandera au commerce 15 fr. 50 c. par tonne là où les compagnies françaises demandent 6 fr. 50 c., et le résultat sera obtenu. Les lignes rivales ont encore été bientôt d'accord sur ce point.

Nous avons vu que pour la houille, le coke, le minerai, les matériaux, le sel, et en général toutes les matières pour lesquelles les compagnies ne fournissent pas de matériel et se bornent à remorquer les trains, les

de fer ne sont tenues que d'expédier la marchandise dans le plus bref délai possible.

Il résulte de là que les compagnies n'ont pas, en général, à subir des retenues pour retards. Toutes les autres indemnités pour pertes, erreurs, avaries, etc., sont, sauf de très-rares exceptions, réglées par des transactions amiables avec les expéditeurs ou les destinataires. En somme, le montant total des retenues afférentes aux erreurs ou irrégularités de toute nature, représente, pour l'ensemble du transport des marchandises de classes, environ 1 fr. 60 c. pour 100 du produit brut.

Ce chiffre est élevé et dépasse notablement la proportion pour laquelle cette nature de frais entre dans les dépenses des lignes françaises.

Cela tendrait à prouver que l'extrême rapidité d'expédition dont nous venons de donner des exemples, n'est obtenue, dans une certaine mesure, qu'aux dépens de la bonne exécution du service.

(*Rapport de M. Mousselte*, p. 11.)

compagnies anglaises n'étaient tenues d'aucun délai de livraison[1].

Cette classe de marchandises constitue en Angleterre les deux tiers environ d'un trafic qui n'encombre pas les gares et qui n'impose pas son mouvement de chargement, de déchargement et de camionnage aux agents de la compagnie[2].

1. Bien loin de prendre des engagements de cette nature, les compagnies anglaises inscrivent l'avis suivant dans leurs conditions générales :

« La Compagnie ne garantit pas les heures de départ ni celles d'arrivée des trains de marchandises. »

Ce qui veut dire que les compagnies ne garantissent aucun délai d'expédition.

L'usage, à peu près général, d'après lequel le matériel nécessaire pour les transports minéraux est fourni par les expéditeurs, simplifie beaucoup le service de la petite vitesse sur les lignes anglaises. Ces transports entrent en effet pour plus des deux tiers dans le mouvement général des marchandises, et ils constituent, on le sait, la partie du trafic qui est sujette aux fluctuations les plus nombreuses et les plus étendues.

L'organisation anglaise, laissant ainsi aux expéditeurs de matières minérales le soin de prévoir leurs besoins et d'y satisfaire, les compagnies de chemins de fer n'ont plus à pourvoir qu'à la traction, c'est-à-dire à la partie la moins compliquée du service. Dans tous les cas, il résulte de cette organisation que, pour les transports dont il s'agit, les questions de délai n'existent pas puisque le service se résume par l'exécution d'un remorquage. Dès lors, les compagnies n'ont à leur charge, comme fourniture de matériel et comme manutention, que la partie la moins considérable et la plus régulière des transports, celle qui comprend seulement les marchandises proprement dites ou marchandises de classes. (*Rapport de M. Moussette*, p. 72 et 73.)

2. En Angleterre, le trafic des marchandises de classes se répartit beaucoup moins inégalement qu'en France, entre les divers points d'expédition et d'arrivage. Ainsi, par exemple, dans les grandes gares de Londres, les expéditions journalières ne dépassent pas en général

Nous savons également que les ports anglais reçoivent, la plupart directement par mer, les denrées exotiques, et que c'est à cette double cause qu'il faut attribuer le caractère tout particulier des expéditions de l'intérieur; ce genre de *parcels* pour la consommation intérieure et pour l'exportation qui forme, à peu près exclusivement, le mouvement des gares de marchandises.

Une notable partie de ces transports est, en France, comprise dans ce que l'on appelle la grande vitesse, et le désir du commerce français est de faire rentrer ces marchandises dans la tarification de petite vitesse, tout en conservant les délais de livraison de la grande.

Cette aspiration se comprend, mais elle part d'une erreur : elle suppose que le tarif des marchandises ainsi livrées rapidement en Angleterre est égal ou sensiblement égal au tarif français, et que les expéditions ainsi enlevées à la grande vitesse, qui sont tarifées à 26, 28 et 40 c. par tonne et par kilomètre, rentreront dans une tarification de 8, 10, 14 et 16 c. : là est l'erreur.

Ce n'est, certes, pas une prétention exagérée qu'en re-

500 à 600 tonnes, et si parfois elles atteignent 1000 à 1200 tonnes, c'est exceptionnellement et dans des conditions tout accidentelles. Or, ces chiffres sont de beaucoup inférieurs à ceux qui représentent le mouvement des gares principales françaises. Par contre, les gares secondaires sont comparativement plus pauvres sur ces dernières lignes que sur les chemins anglais. Les difficultés qu'apporte à la promptitude du service la concentration de masses considérables de marchandises à expédier d'un même point, sont, d'après cela, notablement moindres en Angleterre qu'en France.

(*Rapport de M. Moussette*, p. 73.)

gard des conditions naturelles du travail et du prix des matières en Angleterre et en France, on s'attende que le même travail ne pourra être exigé qu'au même prix. Examinons donc quel est le prix anglais comparé avec celui qui est payé aujourd'hui par le commerce en France.

Prenons pour point de départ, une ligne et une distance où les intérêts de grande vitesse sont importants : celle de Paris au Havre qui a 226 kilomètres de longueur.

Pour le poisson frais, les huîtres, le beurre frais, le gibier, la volaille morte ou vivante, les fruits et légumes frais, le lait, le tarif est, par tonne, de :

	fr.	c.
0 fr. 28 c., soit.....	63	28
Frais de manutention..............	1	60
Camionnage......................	5	»
	69	88

Pour les autres marchandises tarifées à 40 c. par tonne et par kilomètre, le coût du transport est de 92 fr. 80 c., frais de manutention compris ; le camionnage y ajoute un supplément de 5 fr., le factage 80 c. Ce sera donc 98 fr. 60 c.

Ouvrons maintenant le rapport de M. Moussette, au chapitre qui donne le détail de la tarification anglaise ; nous trouvons, page 124 :

	fr.	c.
Le tarif de 0 fr. 36 c. × 226 kilomètres...........	81	36
Camionnage au départ et à l'arrivée..............	15	50
Droit de chargement et de déchargement..........	1	87
Total..............	98	83

				fr.	c.
313 k.	sur le Great-Western...	0 20c × 226 + 15f 60c.		76	60
274	London à Cardiff.......	0 31	— ...	85	60
362	— à Llanelly.....	0 31	— ...	85	60
185	Chester à Birmingham..	0 39	— ...	103	60
68	— à Schrewsbury.	0 55	— ...	139	60

La quatrième classe elle-même paye, pour une distance analogue, de 22 à 25 centimes. Ce serait encore 72 fr. 10 c. par tonne pour le trajet entre le Havre et Paris.

Il n'est pas besoin de pousser plus loin la comparaison; la discussion s'éteint devant de pareils chiffres. Pour tous ceux qui ont l'expérience du service des chemins de fer, il est manifeste que le mouvement des marchandises manufacturées, que les chemins de fer anglais répandent dans Londres à toute heure du jour, ne s'effectue et ne peut s'effectuer qu'à des prix hors de toute comparaison avec les nôtres.

Pendant que les compagnies françaises perdent sur les services de camionnage et d'omnibus qu'elles ont montés elles-mêmes, M. Moussette nous apprend que les intermédiaires qui se chargent de ces services font en Angleterre de grands bénéfices[1]. Il suffit d'ailleurs de remarquer combien d'industries de locomotion vivent autour d'un chemin de fer en Angleterre, pour reconnaître que, dans ce pays, le temps n'est jamais sacrifié à

1. Le seul bénéfice qu'ils tirent de leurs relations avec les compagnies de chemins de fer, est celui qu'ils font sur le camionnage et le factage des marchandises et valeurs qui leur sont remises. Mais ce bénéfice est considérable pour quelques agents dont les entreprises s'étendent à presque toutes les villes d'Angleterre, d'Écosse et d'Irlande. (*Rapport de M. Moussette*, p. 109.)

l'argent; tout y est alerte, rapide, cossu, confortable et toujours surabondant, mais dispendieux.

Il ne faut pas oublier que le régime des octrois abrége en France le temps qui peut être consacré à la livraison des marchandises. Il en est autrement en Angleterre[1].

Cela nous conduit à un second reproche fait aux chemins français, celui d'une trop faible vitesse des trains express et d'un trop petit nombre de ceux-ci.

Si ce reproche avait été fait avec ou après une étude établissant la preuve d'un besoin assez grand pour exiger satisfaction et pour la payer, il aurait eu grande chance de succès. Ce qu'on demande serait fait, nous pouvons l'affirmer, si cela était assez utile pour être profitable; car cela n'a jamais cessé d'être à l'étude. L'industrie des chemins de fer est plus entreprenante en France que partout ailleurs, cela n'est pas contesté.

Mais cette assertion est plutôt une affaire de confiance que de raisonnement; elle ne persuaderait personne.

Le seul motif appréciable est que les chemins de fer anglais traversent un territoire où la population est plus dense, plus riche, plus active, plus habituée à voyager qu'en France. La bourgeoisie y est généralement occupée d'affaires.

Si cela est vrai, si la classe riche est plus mobile en

1. La gare des marchandises du Great-Western, à Londres, est ouverte jusqu'à neuf heures du soir.

La gare des marchandises du Great-Northern, à Londres, n'est jamais fermée.

On y reçoit la marchandise nuit et jour; et la délivrance dans Londres se fait également la nuit comme le jour.

(*Rapport de M. Moussette*, p. 70.)

Angleterre qu'en France, il doit en résulter que le nombre des premières classes y sera très-supérieur proportionnellement au nombre total qu'il ne l'est en France.

Or c'est en effet ce qui se produit. Le rapport des différentes classes de voyageurs, en France et en Angleterre, s'établit comme suit :

Nombre total de voyageurs.		1re Classe.	2e Classe.	3e Classe.
France....	100	9	16	75
Angleterre.	100	12 62	29 44	57 94

Ces chiffres sont significatifs. Non-seulement les voyageurs de première classe ne forment que le onzième de la circulation en France, tandis qu'en Angleterre ils en forment le huitième, mais les deux premières classes réunies n'entrent chez nous que pour le quart dans le nombre total, tandis que, pour l'Angleterre, elles y entrent pour les 42/100es.

Ainsi le besoin d'un moyen de circulation très-rapide est en Angleterre, comparativement à la France, comme 42 est à 25.

Cela, cependant, n'exprime que le nombre, mais le prix offre l'occasion d'une remarque analogue; le prix est pour l'express anglais de 13 cent. 5 à 15 cent. par kilomètre, quelquefois de 18 centimes; il est en France de 10 centimes. On trouve en Angleterre des voyageurs qui consentent à payer un tiers de plus que le prix français ; en trouverait-on en France et en trouverait-on assez?

Le tableau suivant présentera sous ce rapport un grand intérêt :

TABLEAU DU NOMBRE DE VOYAGEURS DE CHAQUE CLASSE TRANSPORTÉS SUR LES CHEMINS DE FER EN FRANCE ET EN ANGLETERRE.

VOYAGEURS. 1863.	1re CL.	2e CL.	3e CL.	TOTAL.
Est [1]	485,361	1,002,904	5,866,133	7,354,398
Nord	927,995	1,739,596	6,179,623	8,847,214
Paris-Méditerran.	846,564	1,501,910	8,623,348	10,971,822
Midi	313,379	370,926	2,138,434	2 822,739
Ouest [1]	642,495	1,021,058	3,612,391	5,275,944
Orléans	573,883	949,242	4,343.818	5,866,943
	3,789,677	6,585.636	30,763,747	41,139,060
France	9	16	75	100
Angleterre	12,62	29,44	57,94	100

1. Banlieue non comprise.

PROPORTION DU PRODUIT DES RECETTES PAR CHAQUE VOYAGEUR.

VOYAGEURS. 1863.	1re CL.	2e CL.	3e CL.	TOTAL.
Est [1]	6,058,220	4,429,369	13,270,468	23,758,057
Nord	8,118,386	5,424,462	9,253,948	22,896,797
Paris-Méditerran.	13,768,360	6,632,601	18,493,301	38.894,263
Midi	2,851,047	1,770,071	5,375,912	9,997,031
Ouest [1]	5,537,388	4,580,455	8,820,669	18,938,511
Orléans	8,453,378	3,910,034	10,279,325	22,642,737
	44,786,779	26,746,992	65,493,623	137,127,396
France	32,7	19,50	47,80	100
Angleterre	12,62	29,44	57,94	100

1. Banlieue non comprise.

La proportion des recettes est l'expression des distances parcourues[1]. Sous ce rapport, la France trouve dans la configuration de son territoire un produit plus

1. Sur le côté économique de cette question des grandes vitesses, les opinions continuent d'être fort contradictoires.

Rappelons à cet égard que les grandes vitesses se lient, tantôt comme cause, tantôt comme effet, à la multiplicité des trains, car il ne faut point oublier que :

1° Malgré la puissance des machines, on ne parvient aux grandes vitesses des trains de voyageurs ou de marchandises qu'en éloignant convenablement les arrêts et en supprimant un certain nombre de stations. Pour desservir celles-ci, il faut donc des trains supplémentaires, c'est-à-dire que par là s'accroissent le nombre et la vitesse de tous les convois;

2° Les nécessités seules de la concurrence ont peut-être plus souvent encore contribué à accroître le nombre des trains, réagissant ainsi sur leur rapidité, la multiplicité des trains, en un mot, de l'effet, devenant la cause de la généralisation des grandes vitesses.

Cela posé, on s'explique mieux les divergences d'opinion sur l'économie de l'exploitation à grandes vitesses; on s'explique mieux comment, sur ce sujet, tous les hommes techniques, ingénieurs de la voie, du matériel et de la traction, répondent non, quand les administrateurs et directeurs des compagnies disent oui.

Les premiers résistent aux grandes vitesses parce que :

1° Comme sur le London-Brighton il a fallu rapprocher les traverses à 0^{m}60 d'écartement, et renouveler les rails tous les cinq ans pour conserver à la voie la solidité due;

2° Comme sur le London-and-North-Western on a dû construire une troisième voie sur une bonne partie du tronçon de Londres à Rugby, avec des rails de 46 kilogrammes le mètre courant, et des postes télégraphiques très-multipliés;

3° Enfin, et surtout, les frais de traction et de matériel croissent plus rapidement que les vitesses.

L'ingénieur en chef du matériel et de la traction du London-and-Brighton-railway, estimait devant nous à 30 pour 100 l'accroissement de ce chapitre des dépenses, par le fait du passage de la vitesse de 30 ou 35 milles à 40 ou 42, vitesses effectives.

(*Rapport de M. Moussette*, p. 13.)

élevé par voyageur ; mais l'élévation même de ce produit démontre à quel point le nombre des voyageurs de première classe est faible pour les petites et moyennes distances.

Voilà les faits simples et la question sur son véritable terrain. Elle n'est plus d'obliger les compagnies à faire des trains rapides là où il n'y a pas assez d'aliment ; elle est de les encourager à en étendre le nombre ou à augmenter la vitesse, en leur assurant des compensations pécuniaires pour le supplément de dépense qui en résultera à coup sûr. En un mot, ce n'est pas par une pression sur les compagnies, mais par une solution équitable qu'on devra obtenir d'elles qu'elles devancent de beaucoup le moment où les trains rapides donneraient un produit suffisant.

Terminons ce coup d'œil sur les recettes de l'exploitation, et sur les conditions comparatives de prix et de marche dans lesquelles les transports s'accomplissent en France et en Angleterre, par un aperçu du prix de revient de ces transports et de la fréquence des trains.

En comparant les chiffres suivants, il ne faut pas perdre de vue les avantages dont l'exploitation anglaise profite exceptionnellement ; à savoir : le bas prix du combustible et des métaux, et des ressources plus étendues dans la population ouvrière, ce qui équivaut à un abaissement sensible du prix du travail.

La dépense d'exploitation des 17465 kilomètres de chemins de fer, en Angleterre, en 1861, est indiquée dans le tableau suivant :

DÉPENSE D'EXPLOITATION DES CHEMINS DE FER, EN ANGLETERRE, EN 1861.

DÉSIGNATIONS.	**DÉPENSES** D'EXPLOITATION total.	**DÉPENSES** PAR kilomèt.	QUANTIÈME p. 100.	La même dépense s'est élevée en France pour un mouvement kilométrique beaucoup plus considérable PAR KILOMÈTRE à
	fr.	fr.		fr.
Pour l'entretien de la voie	65,000,000	3,640	18 37	4,336
la traction et le matériel	133,000,000	7,800	37 38	8,396
le mouvement et le trafic	100,200,000	5,600	27 94	7,891
diverses	34,500,000	1,955	9,75	1,306
taxes et impôts	25,350,000	1,305	6,56	
Totaux	358,050,000	20,300	100 00	21,929
	En totalité	**Par kilom.**		
La recette brute a été de	733,150,000	42,000		
La recette nette de	375,100,000	21,500		

La proportion de la dépense à la recette est ainsi de 48 pour 100. Le capital engagé étant de 9 150 000 000 fr., le revenu a été de 4, 1 pour 100.

En France, sur 10 500 kilomètres de longueur exploitée en 1862.

	En totalité.	Par kilomètre.
La recette brute a été....	475 958 364 fr.	45 250 fr.
La dépense..............	192 250 000	18 300
Recette nette............	283 708 364	26 950

Soit 40 5 pour 100 de dépense sur la recette brute.

La comparaison peut se résumer dans les chiffres suivants qui se rapportent au parcours d'un kilomètre par un train.

	Exploitation anglaise.		Exploitation française.	
	fr.	c.	fr.	c.
Produit brut..........	4	34	6	16
Dépense..............	2	12	2	48
Produit net...........	2	22	3	68

On a vu que c'est en réalisant pour le public une économie de 20 à 30 pour 100 sur les tarifs, que l'exploitation française a su porter le produit net de ses trains à 50 pour 100 en sus du produit obtenu par sa voisine[1].

Par suite du très-grand nombre de lignes qui abou-

1. En 1862, la recette brute a été sur les 18 600 kilomètres de chemins anglais de............................ 736 000 000 fr.

La dépense de.......................	361 000 000
La recette nette de....................	375 000 000

Soit 49 de dépense sur 100 de recette brute.

Le capital s'étant augmenté, cette année, dans une plus forte proportion que le produit net, le revenu a été un peu moindre.

tissent à Londres et de la densité de la population, le nombre des trains est plus considérable en Angleterre qu'en France. C'est par jour 26.8 en Angleterre et 21.2 en France; ce qui équivaut, par jour, à 2.8 trains, dans chaque direction, de plus en Angleterre qu'en France.

Cet avantage dans la fréquence des trains est-il à mettre en balance avec une économie de 20 à 30 pour 100 sur les tarifs de transports et avec la conservation d'un capital qui constitue aujourd'hui une part notable de la fortune publique[1]?

1. Nous disions récemment à ce sujet, dans une revue technologique :

« Le trafic est, en Angleterre, très-divisé entre les chemins de fer.

« De Liverpool à Hull, la traversée de l'Angleterre, qui a 210 kilomètres de largeur, est occupée par six voies ferrées; entre Newcastle et Carlisle, où cette largeur se réduit à 97 kilomètres, il y a trois lignes de chemin de fer. Dans cette situation, les moyens employés par la concurrence pour attirer le trafic sont : la fréquence des départs et la promptitude des livraisons; mais comme cela ne constitue entre les diverses compagnies que de très-faibles différences, le trafic est à peu près également réparti entre elles, et par conséquent faible, relativement au nombre des trains. Aussi, comparativement à la France, les trains sont-ils légers aussi bien dans le service des marchandises que dans celui des voyageurs. Ajoutons que les voies navigables et la voie maritime prennent une forte part du transport des matières.

« Telle n'est pas la situation en France. Les chemins de fer y jouent un rôle plus étendu. Non-seulement le cabotage, les rivières et les canaux prennent dans les transports une part beaucoup moindre, mais les centres manufacturiers étant beaucoup plus distants, les bassins houillers éloignés des grands centres de population et des gîtes métallurgiques, on demande aux chemins de fer d'annuler ces différences et de mettre toute la surface du pays dans des conditions identiques de production. Il faut donc que les transports soient faits par grandes masses, à grande distance et à bas prix.

« On voit, par ce peu de mots, combien sont aventurées les comparaisons sur lesquelles des esprits purement spéculatifs s'exercent pour démontrer l'infériorité de l'exploitation française sur celle des

5. De la part prise par les compagnies de chemins de fer dans les services de l'État.

Voilà un trait par lequel les chemins de fer français se distinguent matériellement des chemins anglais. Ces derniers n'ont demandé à l'État que la faculté d'exproprier les terrains qu'ils occupent et l'incorporation de leurs intérêts sous la forme de concessionnaires perpétuels, sans accepter d'autre obligation que celle de livrer le chemin de fer au transport des hommes et des choses moyennant un tarif légal. Ils ne sont tenus d'aucun service vis-à-vis de l'État. Les compagnies françaises ont, au contraire, dû renoncer, en retour des garanties d'intérêt ou des subventions qu'elles ont reçues du Gouvernement, comme du patronage qui les a couvertes contre la concurrence que des lignes rivales eussent pu se faire entre elles, elles ont, disons-nous, renoncé à la perpétuité de la concession; elles se sont soumises au droit de rachat; elles ont accepté la direction de l'Administration sur tous les points où elles se trouvent en relation avec le public; elles payent des impôts de plus en plus productifs pour le Gouvernement[1]; elles sont, de

chemins de fer anglais. Si les types du matériel des chemins anglais étaient substitués aujourd'hui, en France, au matériel de nos chemins de fer, l'insuffisance en serait immédiatement démontrée, surtout en ce qui concerne le transport des marchandises. »

1. L'impôt sur les voyageurs et les marchandises de grande vitesse a produit en 1862 (*Moniteur* du 18 mars 1863) 23 439 671 fr.; il est de 12e pour 100, c'est un peu moins du 8e du produit.

Il y a de plus l'impôt sur la transmission des titres et leur possession

plus, tenues d'accomplir presque gratuitement le service du transport des dépêches, et celui des militaires ainsi que du matériel de la guerre au quart du tarif légal; elles sont tenues de faire faire, par leurs agents, le service télégraphique, là où l'Administration n'a pas de personnel; elles sont aussi tenues de régler les heures et la vitesse de certains trains sur les convenances de l'Administration des postes[1], de recevoir et de fournir des bureaux au personnel de l'Administration télégraphique, de la poste, des contributions indirectes, de l'octroi dans les villes, du contrôle et de la surveillance administrative et enfin de la police générale (commissaires et officiers de paix). Les compagnies anglaises sont entièrement dégagées de toute intervention administrative dans le service courant de leur exploitation, elles sont exclusivement dans le droit commun vis-à-vis du public, tandis que les compagnies françaises sont, pour d'importants services publics, un instrument de l'État; elles sont sous sa tutelle administrative et entourées dans tous les services qui les mettent en contact avec le public, d'agents, de fonctionnaires par lesquels leur action est réglée et leurs actes surveillés. Dans toutes les gares le public est averti d'une manière très-apparente de la présence du représentant de l'autorité publique,

1. En Angleterre, lorsque la direction des postes se sert des express, les compagnies de chemins de fer restent maîtresses de l'organisation de leurs trains. Elles communiquent au post-office leurs ordres de service mensuel; celui-ci s'y conforme en choisissant les trains qui lui conviennent le mieux. Il en est de même, à plus forte raison, quand l'employé des postes suit les trains de voyageurs *fast* ou *ordinary*.

(*Rapport de M. Moussette*, p. 2.)

auquel il peut demander justice ou protection. De plus, sans attendre les plaintes, ou les réclamations, l'agent constate les irrégularités qu'il croit reconnaître dans le service; il les signale à l'Administration supérieure et il en demande le redressement. Cette intervention si intime dans l'exploitation, d'un personnel puisé, sans doute, dans les rangs déjà éclairés de la société, mais qui est trop souvent dépourvu de connaissances techniques, produirait, à coup sûr, un ralentissement dans le progrès industriel, si, d'un autre côté, le concours des ingénieurs chargés du contrôle ne compensait en partie ce grave inconvénient par l'appui qu'ils peuvent donner, avec une compétence incontestable, aux améliorations proposées par les compagnies.

Il est certain que le progrès par la liberté doit être plus prompt, et que, sous ce rapport, l'exploitation anglaise a des moyens plus énergiques, plus élastiques, plus rapides, d'assimilation aux besoins du pays. Cependant, jusqu'à ce jour, l'industrie des chemins de fer s'est montrée en France aussi habile qu'en Angleterre. Elle a su reconnaître et desservir les besoins du pays. Loin de se traîner dans une servile imitation de sa voisine, première venue, elle l'a dépassée en énergie, en activité, en économie; elle a créé un matériel plus spacieux et plus confortable pour le transport des voyageurs et des véhicules mieux faits pour conserver la marchandise. Sans doute cela était dicté par la plus grande longueur des trajets, par un climat plus chaud, par des habitudes de voyage moins simples; pour épargner aussi au commerce un emballage et un conditionnement oné-

reux, mais cela n'en prouve pas moins l'entente intelligente des convenances du public.

Rien n'est plus frappant dans l'histoire des chemins de fer de tous les pays que le concours, l'ampleur des moyens et l'énergique activité dont les compagnies des chemins de fer ont fait preuve, en France, lorsqu'il s'est agi de faire face, sur le versant italien des Alpes, à une armée ennemie arrivée devant nous.

Cela mérite d'être raconté, et c'est à l'exposé statistique qui en a été dressé par l'Administration elle-même que nous empruntons ce qui va suivre :

« Le 29 avril, les troupes autrichiennes franchissaient la frontière du Piémont.

« Du 20 avril au 15 juillet, tous les chemins français apportent leur contingent, 229 398 hommes, 36 657 chevaux et plus de 2000 voitures traversent les Alpes.

« Dans les dix derniers jours d'avril, le chemin de fer de Lyon apporta 84 210 hommes et 5314 chevaux, c'était 8400 hommes par jour.

« Mais dans un seul jour le même chemin de Lyon transporta 12 148 hommes et 655 chevaux, en outre de son service ordinaire à peine réduit.

« Ce mouvement provoqua sur tous les autres chemins de fer un ensemble de transport que constate le tableau suivant :

DÉSIGNATION des réseaux.	TRAINS SPÉCIAUX		TRAINS ORDINAIRES		ENSEMBLE.	
	Hommes.	Chevaux.	Hommes.	Chevaux.	Hommes.	Chevaux.
Nord.	21,420	2,120	5,436	689	26,766	2,809
Est..........	8,840	6,302	4,164	828	13,004	7,130
Ardennes.....	874	»	8,740	3,584	9,614	3,584
Ouest.	35,435	4,855	18,575	8,438	54,010	13,293
Orléans......	5,576	2,652	56,312	12,556	61,888	15,208
Bourbonnais .	16,276	4,194	11,986	461	28,262	4,655
Paris-Lyon...	99,010	22,414	17,374	2,852	116,384	25,266
Paris-Médit. .	113,656	17,260	44,130	3,634	157,786	20,894
Lyon-Genève.	72,804	16,207	4,727	256	77,531	16,463
Dauphiné. ...	13,711	3,732	»	»	13,711	3,732
Midi.........	7,420	2,132	26,971	6,042	34,391	8,174
Ceinture.....	10,435	7,919	»	»	10,435	7,919
Totaux.....	405,457	89,787	198,325	39,340	603,782	129,127

« Ces chiffres ne portent que sur des transports d'hommes et de chevaux, les bagages et munitions, les voitures et les transports militaires ajouteraient un fort supplément, car, entre Paris et Culoz le passage de 2072 voitures est signalé.

« La répartition du mouvement par mois montre comme en 40 jours, du 20 avril au 31 mai, les Alpes avaient été franchies par 171 397 hommes et 30 233 chevaux.

LIGNES DE SORTIE.		Avril. (Du 20 au 30.)	Mai.	Juin.	Juillet. (Du 1er au 15.)	ENSEMBLE.
Mâcon à Lyon et à Culoz....		18,797	24,128	16,761	13,118	72,804
Lyon à Marseille et Toulon.		42,499	30,692	1,584	»	74,775
Saint-Rambert à Grenoble...		11,307	2,372	»	32	13,711
Saint-Rambert à Marseille. .		»	950	»	»	950
Valence à Marseille.		1,006	454	»	»	1,460
Rognac à Toulon..........		»	505	»	»	505
Rognac à Aix.............		»	9,621	»	»	9,621
Tarascon à Mars[lle] et Toulon.		2,386	2,584	»	1,745	6,715
Totaux par les trains spéciaux.	Hommes. ...	75,995	71,306	18,345	14,895	180,541
	Chevaux. ...	4,469	23,235	4,372	1,389	33,465
par les trains ordinaires.	Hommes. ...	8,215	15,778	23,965	899	48,857
	Chevaux. ...	645	1,884	490	173	3,192

Ce qui donne au total :

Pour les hommes.	Par les trains spéciaux.	180 541	229 398
	— ordinaires.	48 857	
Pour les chevaux.	Par les trains spéciaux.	33 465	36 657
	— ordinaires.	3 192	

« La composition des trains spéciaux en véhicules est indiquée pour la ligne de Paris à Lyon ; en voici les principaux résultats :

Nombre de trains spéciaux	de formation	253	302
	de passage	49	
			Proportion pour 100.
Véhicules à voyageurs	1re classe	45	1.3
	2e classe	451	13.0
	3e classe	1 303	37.5
	wagons appropriés	1 674	48.2
		3 473	100.0
Wagons	Écuries ou à bestiaux	3 305	
	Fourgons	2 053	
	Trucks ou plates-formes	1 155	
Total des véhicules		9 986	
Soit en moyenne par train		33	

« Neuf mille wagons ont desservi le mouvement ; les chemins de fer disposaient alors de 59 867 wagons et voitures composés comme suit :

Sur la ligne de Paris à Lyon.			Sur l'ensemble des chemins.	
Locomotives :		348		[illegible]
Voitures à voyageurs		547		6967
Fourgons	106	6 085	1702	52 900
Wagons à marchandises et à bestiaux	2 908		34 139	
Wagons écuries	55		467	
Trucks et wagons plats, tombereaux, etc.	3016		16 592	
Totaux		6 632		59 867

317 locomotives ont été employées à la remorque des

trains spéciaux. Il n'y a eu qu'un très-petit nombre de trains remorqués par deux machines.

« La composition des trains spéciaux en hommes, chevaux, voitures et poids, est indiquée dans le tableau suivant :

Composition par train :

		Unités transportées :			
	Véhicules.	Hommes.	Chevaux.	Voitures.	Tonnes.
Infanterie.........	47	939	»	5	»
Cavalerie.........	48	195	170	»	4
Artillerie.........	48	238	214	»	12
Artillerie.........	37	84	120	22	10
Train des équipages.	45	111	130	32	»
Matériel et munit.	42	»	»	34	»
Poudre et matériel.	36	»	»	»	108

Par véhicules :		Unités transportées :
Hommes...	Ligne..............	35
	Zouaves............	30
	Grenadiers.........	24
Chevaux...	De lanciers.........	5.7
	D'artillerie..........	8.9
	Du train....	8.5
Poudre et matériel (tonnes)........		3.0
Voitures...	Artillerie...........	1.8
	Train..............	1.5

« Il reste maintenant à voir quelle a pu être sur le service ordinaire l'influence du mouvement entier des transports militaires.

Trains supprimés.	Voyageurs.........	95	127
	Marchandises......	32	
Trains conservés.	Voyageurs.........		1861
	Marchandises......		403
Trains facultatifs.....................			70
Trains spéciaux..	De formation.......		253
	De passage........		49
	Total du mouvement.....		2636

Soit pour 86 jours en moyenne; par jour.	Trains spéciaux..	3.5	30.6
	Trains ordinaires.	27.1	
Soit pour 86 jours en moyenne; par heure........			1.28

« Le poids total des expéditions par les trains spéciaux a été établi approximativement.

	kil.	tonn.
180 000 hommes avec armes et bagages à..	85	15 300
33 000 chevaux avec selles et pacquetage....	500	16 500
4 500 voitures d'artillerie ou des équipages.	1 800	8 100
40 trains chargés de matériel et de munitions............................	90 000	3 600
Total................		43 500
Soit, pour 447 trains, en moyenne, par train..		97

« Enfin, la vitesse a été généralement de 24 à 30 kilomètres par heure.

« Une remarque importante à faire avant de terminer, c'est que tous les mouvements dont il vient d'être question, quels qu'aient été leur importance, leur imprévu et leur rapidité, se sont opérés sans le plus léger accident.

« En résumé : toutes les lignes du réseau français ont pris part au mouvement, et l'ensemble des transports accusés par les compagnies s'élève, avec double emploi bien entendu, aux chiffres suivants :

	Hommes.	Chevaux.
Par les trains spéciaux....	405 457	89 787
Par les trains ordinaires...	198 325	39 340

non compris tous les autres transports : voitures, matériel, munitions, bagages, etc., pour lesquels les chemins de fer ont dû être d'une utilité non moins grande que pour les hommes et pour les chevaux.

« Le mouvement réel de sortie, constaté du 20 avril au 15 juillet, sur la ligne de Paris à la Méditerranée et ses embranchements, a donné un total de 229 398 hommes et 36 657 chevaux[1], et dans les derniers dix jours d'avril, ce mouvement a été de 84 210 hommes et 5314 chevaux, soit par jour, en moyenne, 8400 hommes et 530 chevaux.

« La journée la plus chargée (celle du 25 avril sur le chemin de Paris à Lyon) a fourni un mouvement de 17 trains spéciaux qui ont transporté 12 148 hommes et 655 chevaux, indépendamment des transports civils effectués dans les 13 trains conservés du service ordinaire.

« Dans une période de dix jours, comme il est dit ci-dessus, les expéditions auxquelles ont concouru presque toutes les places de garnison, en se concentrant sur la voie de Paris à Lyon, aux points de sortie : Culoz, Grenoble et Marseille ou Toulon, ont présenté un effectif de 75 995 hommes, 4469 chevaux et tous les accessoires nécessaires.

« Si on calcule le temps qu'aurait exigé ce même mouvement par étapes, même en le réduisant au parcours des lignes de sortie de Paris à la frontière ou la Méditerranée, environ 800 kilomètres; et en supposant que les troupes marchent sur autant de colonnes que l'auraient permis les routes convergentes, mais en tenant compte des délais nécessaires pour éviter l'encombre-

1. Sauf quelques doubles emplois dans le mouvement par les trains ordinaires, le transport d'un certain nombre de marins, de quelques détachements en destination de l'Algérie, etc.

ment et assurer les subsistances et les transports sur essieux, il est difficile d'admettre que le mouvement entier eût pu s'effectuer en moins de deux mois; alors on aurait, pour la durée comparative :

Par les chemins de fer.......	10 jours.
Par étapes.................	60 —

Différence en faveur des chemins de fer, 1 à 6; sans malades, sans retardataires, sans avaries ou sans détérioration quelconque dans les objets d'armement, d'équipement, d'approvisionnement, etc., et en outre sans aucune charge pour les localités traversées. »

Les diverses indications qui précèdent suffisent pour mettre en évidence les précieuses ressources et l'accroissement de puissance nationale que procure au pays son réseau de chemins de fer. Elles suffisent pour se rendre compte de l'important secours offert par ces voies rapides dans la question de la guerre d'Italie et pour établir, avec plus de certitude, les combinaisons stratégiques que pourraient motiver des circonstances analogues ou même plus impérieuses.

---

6. De l'influence relative des chemins de fer en France et en Angleterre sur la richesse publique, sur les mœurs et sur la force vitale de la nation.

Les chemins de fer ont trouvé en France une très-grande inégalité dans le salaire de la main-d'œuvre; ils la font progressivement disparaître.

Partout où ils ont trouvé les salaires faibles, le travail a été vivement sollicité; mais, on le sait du reste, le salaire était, avant comme après les chemins de fer, une mesure assez exacte du travail accompli. L'ouvrier peu payé produisait peu, faute de notions professionnelles, d'expérience, du stimulant de la concurrence, et toujours faute d'un régime substantiel propre à soutenir ses forces.

Les classes ouvrières, sollicitées par l'appât d'une élévation de salaire, ont acquis rapidement les qualités nécessaires pour la mériter. L'agriculture, qui n'avait pas su tirer parti de la main-d'œuvre disponible, a été momentanément frappée par le manque de bras; mais l'industrie a trouvé des ressources nouvelles. La somme de travail s'est considérablement accrue sur toute la surface du pays. La plaie de l'agriculture se ferme, d'abord parce qu'elle obtient, d'un salaire plus élevé, une quantité proportionnelle de travail supérieur à celle qu'elle tirait de son personnel, et puis parce que l'usage des machines commence à se répandre dans les travaux de culture.

Partout on reconnaît que l'activité du travail a suivi l'accroissement du salaire.

C'est là le côté saillant par lequel les chemins de fer ont influé sur la richesse publique en France. Le résultat moral de l'amélioration des moyens d'existence de la classe ouvrière a été de diminuer la distance qui, dans la carrière du travail, sépare le travailleur à son compte du travailleur pour le compte d'autrui. Il y a aujourd'hui dans l'instruction des enfants de l'ouvrier, dans la tenue extérieure de celui-ci, dans sa vie de fa-

mille, dans les lieux d'amusement qu'il fréquente, il y a une amélioration qui l'a rapproché du maître.

Accroissement de travail et de richesse, de bien-être, fusion des classes, ne sont-ce pas là des causes d'augmentation des forces vitales du pays?

Sur ce premier et grave intérêt, celui du parti à tirer de la main-d'œuvre, en procédant par l'augmentation du salaire qui correspond à l'accroissement des forces physiques et intellectuelles de l'ouvrier, les chemins de fer n'ont pas, en Angleterre, rendu le même service qu'en France.

Le pays était plus laborieux. La petite ville ne s'y était pas endormie dans la tranquille possession du loyer de la terre, l'agriculture n'y était pas routinière, et les bras employés par elle valaient ceux de l'ouvrier des villes. Les communications, déjà admirablement desservies par la mer, les canaux et les routes avaient nivelé les conditions du travail, l'instruction, les moyens d'existence. L'élan a donc été moindre.

Les chemins de fer français ont, en outre, donné au territoire plus d'homogénéité. Les distances étaient grandes, les moyens de communication limités. Les routes seules desservaient le transport des personnes, les fleuves y contribuaient à peine, la mer pas du tout. Bien des communes ne voyaient que rarement l'habitant des grandes villes, l'usage du patois créait des circonscriptions quant au langage; les rapports au loin étaient sinon nuls, au moins très-rares. Le marché voisin était le seul régulateur, et alors se produisaient des différences de prix considérables. A la distance de 100 kilomètres,

l'hectolitre de blé coûtait deux francs de moins ou de plus. On ne consommait dans la campagne que ce que l'on produisait sur place, de là une nourriture peu variée et insuffisante par cela même. On était donc Breton, Gascon, Normand, Picard, Lorrain, Alsacien, Provençal; mais ce n'était que dans les hautes professions, dans les grandes villes, à l'armée, sur la flotte qu'on était vraiment de son pays, que l'on comprenait et qu'on aimait la France.

Ce manque d'homogénéité avait réduit notre valeur morale et politique. La capitale était sans contre-poids; elle entraînait la province dans ses écarts, dans ses caprices, dans ses enthousiasmes comme dans ses fureurs. Alors, pour obtenir l'homogénéité politique, on faisait appel, dans le pays, contre la versatilité de la capitale, à une forme de gouvernement représentant l'autorité plutôt que la liberté.

Les chemins de fer ont répandu partout une vie politique plus égale. De tous côtés surgissent dans la province des aspirations aux institutions et aux établissements propres à accélérer la marche de la civilisation. Nos amis, nos rivaux, nos ennemis autour de nos frontières, s'aperçoivent que nous sommes plus forts parce que nous sommes plus unis.

Enfin une dernière circonstance donnait aux chemins de fer, en France, un but plus important de beaucoup qu'en Angleterre. La configuration du territoire et la situation géographique de ses richesses minérales avait mis ce pays dans des conditions inférieures à celles de ses voisins, parce que le coût du transport prenait dans

le prix de production une part trop forte. Les plus grandes industries s'arrêtaient découragées devant cet obstacle; elles réclamaient protection contre des voisins plus favorisés sous ce rapport; si les choses fussent restées dans cet état, la France descendait, comme peuple producteur, au dernier rang dans l'industrie européenne. Les chemins de fer ont sauvé cette situation difficile en diminuant sensiblement la part pour laquelle le coût du transport entrait dans les produits industriels du pays. La frontière a pu être en partie ouverte sans danger, et elle pourra l'être bientôt complétement.

Ce grave intérêt imposait aux chemins de fer de transporter à bas prix les matières premières de l'industrie ayant un poids ou un volume considérable et un prix faible. Pour atteindre ce but, il fallait employer de puissantes machines, traîner de lourds convois; il fallait un matériel nombreux, des gares spacieuses. C'est encore là un des traits caractéristiques de la puissance de moyens des compagnies françaises.

Nulle part le progrès n'a marché, sous ce rapport, plus rapidement, plus sûrement, avec plus de succès. Ce fut là ce qui, dans l'exposition de 1862, frappa les ingénieurs étrangers. Le dédain avait d'abord accueilli ces appareils dont la puissance semblait disproportionnée avec les conditions du transport en Angleterre; mais ceux qui connaissaient la France sentirent bientôt que c'étaient là les vrais messagers que ce pays devait envoyer pour représenter l'ère qu'a ouverte le traité de commerce, par l'abaissement des droits de douane. C'est le succès de ces puissants moteurs qui répand partout le courage et l'é-

mulation parmi les producteurs. Ce sont eux qui rapprochent les bassins houillers des gîtes de minerai, qui régularisent les marchés en desservant abondamment les besoins; ce sont eux qui permettent au littoral de vendre ses produits dans le centre, et au centre d'expédier son trop-plein sur le littoral; c'est par eux, en un mot, que les chemins de fer français remplacent, pour le travail, la mer qui entoure l'Angleterre, et les lignes de navigation qu'elle a en abondance.

Envisagée au point de vue purement administratif, l'œuvre accomplie par les compagnies de chemin de fer a une signification intéressante.

Elles ont fourni la preuve que les chemins de fer qui constituent le plus important des services publics, peuvent être construits et exploités sans le secours des lois et des juridictions spéciales et exceptionnelles à l'abri desquelles l'Administration s'était placée pour l'exécution de services semblables, et qui, d'extension en extension, ont constitué, en France, la base du pouvoir exécutif appliqué à la centralisation administrative.

Nous demandons la permission de présenter ce point de vue avec quelques développements, car le service rendu, pour être en ce moment peu apparent, sera dans l'avenir très-apprécié par les hommes politiques qui désirent voir nos institutions administratives se simplifier par la liberté.

Lorsque le gouvernement jugea à propos de confier à l'Administration publique la réglementation des industries de transports, il crut à la nécessité de révêtir ses agents à tous les degrés d'un caractère d'inviolabi-

lité morale et corporelle, en leur constituant une espèce de magistrature. Une loi, une loi fatale par ses graves conséquences, celle du 29 floréal au 10 (1802), décida que tous les individus vivant de l'exercice de ces industries seraient désormais privés des garanties qu'offre la justice ordinaire, et qu'une nouvelle juridiction, dite *administrative*, serait chargée de la répression et de la poursuite des contraventions.

Le législateur choisit pour agents actifs de cette juridiction, les maires et adjoints, les ingénieurs des ponts et chaussées, leurs conducteurs, les agents de la navigation, les gardes et éclusiers, les commissaires de police, les gendarmes : Plus tard, les surveillants de toute espèce, les cantonniers, etc. Il gratifia ces agents du nom de fonctionnaires du gouvernement, et il leur donna, moyennant la simple prestation d'un serment devant la justice ou le préfet, le port d'armes et le droit exclusif, ou à peu près exclusif, d'*affirmer les faits :* leur exposé étant considéré comme suffisant pour motiver une condamnation. C'était là, on le voit, une véritable magistrature, mais de l'ordre moral le plus infime, parce que non-seulement elle revêtissait les agents les moins éclairés d'une autorité sans contrôle immédiat, mais encore parce qu'elle intéressait ces agents à l'injustice et à l'exaction, en leur allouant le tiers du montant des condamnations[1]. On se demande comment, en l'an x (1802), au sortir de la conquête de l'égalité devant la loi, on a pu retomber si bas dans l'oubli des principes. Il

1. 12 août 1807.

faut bien en chercher l'explication dans l'intention du législateur. Pour lui, la loi du 29 floréal avait pour but de protéger les voies publiques contre ceux qui s'en servaient; de protéger le voyageur et la marchandise contre ceux qui les transportaient. C'était l'industrie mise en charte privée et quelle charte!

De par cette loi, le pouvoir à peu près absolu de l'agent qui affirme les faits, résulte de la validité de son procès-verbal pour motiver la condamnation, à moins d'*inscription de faux*. Or, sur 36 000 000 d'individus, il n'y en a pas, en France, 500 000 qui voudraient, qui oseraient ou qui pourraient poursuivre par voie d'inscription de faux, les inexactitudes où les exagérations du procès-verbal d'un agent assermenté. La réglementation administrative classe, il est vrai, à volonté, la valeur probante des procès-verbaux dressés par les agents, dans diverses catégories; les uns sont vrais jusqu'à inscription de faux, c'est-à dire à peu près absolument : les autres jusqu'à preuve contraire, fournie par la partie intéressée[1], et Dieu sait ce que cela coûte.

D'autres, enfin, rentrent dans les principes; ils ne valent que comme dénonciation. Mais dans tous les cas les procès-verbaux distraient l'intéressé de ses juges naturels, c'est là l'énormité de la loi du 29 floréal. Cela date de loin et, pour vivre encore, cette loi n'en vieillit pas moins vite. Pour juger, en effet, à quel point nos mœurs se modifient sous ce rapport, supposons un instant que l'État reprenant les chemins de fer, l'Admi-

1. Le roulage est dans ce cas.

nistration publique chargée de les réglementer, donne au conducteur de train le même caractère de fonctionnaire assermenté qu'elle donne à ses éclusiers. Elle en aurait le droit, et cela paraîtrait assez naturel, puisque le conducteur de train qui, non-seulement, ouvre les portières des voitures aux voyageurs, mais qui veille sur la sécurité du train, est un homme plus instruit, plus payé, plus responsable que l'éclusier qui ouvre la porte de son écluse aux bateaux. Quelles unanimes protestations soulèverait la situation exorbitante de ce fonctionnaire armé, sans garantie aucune pour le public, du droit d'enlever à tous et à chacun la protection que la loi civile fondamentale accorde à tous les citoyens en consacrant que nul ne peut être distrait de ses juges naturels!

La loi sur la police des chemins de fer, du 15 juillet 1845, fut la dernière expression parlementaire des préventions publiques partagées et entretenues par l'Administration elle-même. Le gouvernement était alors livré tour à tour à l'influence de deux guides, suprêmes contempteurs du travail pendant toute leur carrière politique. L'industrie n'était pas d'ailleurs à la chambre des députés : les fonctions d'administrateur des grandes associations y étaient considérées comme inconciliables avec celles de Représentant. C'était le contraire en Angleterre, et nous avons reconnu depuis que le travail ne fait plus déroger. 89 était resté ininterprété sur ce point.

Un mot de plus cependant, pour compléter la vérité. L'Administration avait laissé dans cette loi le caractère draconien de celle du 29 floréal an x; mais, dans les

circonstances où l'excès de responsabilité pénale qu'elle consacrait, a amené les tribunaux à prononcer d'injustes *et légales* condamnations, c'est elle, c'est l'Administration, elle-même, qui a pris l'initiative des recours en grâces et qui les a obtenus.

La loi subsiste néanmoins, et elle lie les juges. Ne serait-il pas temps d'y introduire ce que le progrès des idées et des mœurs a consacré : de revenir, dans le pays où règne l'égalité, à ne punir corporellement que l'inobservation *intentionnelle* des règlements de police qui concernent la sécurité publique : à limiter la responsabilité directe à l'auteur de la contravention, dans tout ce qui est du ressort du code pénal ; enfin à limiter la réparation de tout dommage matériel, à une compensation matérielle, dans tout ce qui ressort du domaine technique.

Poursuivons : La loi du 29 floréal an x, qui a rangé parmi les juges *naturels* des citoyens, les agents administratifs les plus infimes, en leur donnant le droit de motiver une condamnation, n'a voulu soumettre ni l'Administration, ni ses agents à tous les degrés, à la justice ordinaire du pays. Dans le sentiment d'infaillibilité qu'elle voulait attribuer à l'Administration, elle a créé d'autres juges, mais choisis dans une série de fonctionnaires, tous amovibles, tous dans une dépendance absolue de l'Administration même, et du gouvernement; ce furent les conseillers de préfecture; elle leur a donné le droit de juger, sans débat contradictoire oral ; car ce n'est qu'après soixante et un ans : ce n'est que d'hier que le gouvernement a consenti que la dis-

cussion devant ces juges devînt publique, orale et contradictoire.

De cette manière d'interpréter le caractère du juge *naturel*, a découlé dans les services publics exercés par l'Administration une singulière conséquence, c'est l'irresponsabilité. Ainsi l'administration des finances considérant ses agents comme des fonctionnaires, ne veut pas être responsable de la perte des colis que le public livre à l'administration des postes. Ses agents peuvent, à leurs risques et périls, composer leur bibliothèque avec les livres dérobés aux expéditeurs. Singulier contraste avec la responsabilité civile imposée aux compagnies de chemins de fer. Cette même Administration n'est pas responsable de la mauvaise qualité du tabac et de la poudre qu'elle fournit, etc. Toutes ces conséquences sont contraires aux vrais principes de justice et aux règles de l'industrie librement exercée. Elles ne sont plus dans nos mœurs; elles en sortent tous les jours. Déjà le fusil et le sabre dont l'Administration avait cru devoir munir des agents purement industriels, dans l'intérêt de leur défense personnelle, et comprenant bien la situation violente qu'elle leur faisait, tombent sous la double influence de l'inutilité et du ridicule. Les armes des préposés à l'octroi ont disparu du sein de nos villes où la population est bien plus disposée qu'autrefois à prêter assistance à la loi. En les supprimant tout à fait, le gouvernement donnerait à la population une excellente leçon sur le respect qui est dû à la vie humaine.

Il avait donc semblé, en 1802, au législateur, qu'il

était impossible de garantir les intérêts publics, en ce qui concerne la conservation et l'exploitation des voies de transport, sans recourir à un régime exceptionnel; de là, l'échafaudage d'une nouvelle juridiction entée sur une population d'agents fonctionnaires qui est devenue, par le nombre et l'autorité, une caste séparée de la société.

Mais les compagnies de chemins de fer, justiciables de la juridiction ordinaire des tribunaux civils, ont prouvé que ce régime qui les place dans la même sphère d'égalité civile que l'individu, était conciliable avec l'exécution et l'exploitation des plus vastes entreprises de transport. Loin de désirer se mettre en guerre avec le public, à couvert sous une législation exceptionnelle, elles ont pénétré par mille transactions dans le service de ses intérêts; elles ont su lui rendre le personnel d'exploitation sympathique par sa déférence et sa politesse ; nulle plainte sur les relations de ce personnel avec le public qui n'ait été suivie avec sollicitude. Elles ont prouvé, en elles, les plus larges facultés d'assimilation à la population et à ses besoins. Pour la première fois, le contact des agents d'un service public avec le public lui-même, a eu lieu sur la plus large échelle, sans exposition d'armes, sans moyens d'autorité et sans violence. Leurs agents vivent par milliers au sein de la plus grande activité matérielle, sans frottements difficiles, sans morgue; de plus, toute circonstance qui exige le dévouement et l'abnégation est saisie avidement. Cela prouve que l'excellent ressort humain n'avait pas besoin d'être tendu par la faculté de porter des armes ou

par celle d'exercer une autorité sans contrôle immédiat.

En montrant ainsi le néant des lois exceptionnelles appliquées au travail, les compagnies ont relevé, en France, la dignité de l'exercice des grandes industries de transport que ces mesures avaient affaiblie sinon éteinte[1]. Elles ont fait plus : en sachant se passer d'elles, elles en ont discrédité l'usage. Voilà pour l'exploitation des chemins de fer. Pour la construction, la leçon donnée par les compagnies a été aussi significative. L'Administration ne voulant pas se reconnaître

1. J'ai été, il y a trente ans environ, et pendant plusieurs années, conseil de la plus ancienne et de la plus importante des entreprises de messageries. C'était à l'occasion des ardentes discussions sur la loi du roulage; dirai-je aussi que c'était à l'époque du dernier soupir, si difficile à arracher, des règlements basés, soit sur l'usage de ponts à bascule pour constater le poids des véhicules circulant sur les routes, soit sur une limitation de chargements proportionnelle à la largeur des jantes, etc., etc. Ces règlements sont à l'état de rêves aujourd'hui, mais ils étaient alors supportés péniblement parce qu'ils donnaient lieu à une infinité de procès-verbaux faisant foi en justice et entraînant, outre l'amende, des peines corporelles. Or, comme les chefs d'industrie étaient alors responsables, à la fois civilement et *pénalement*, des actes de leurs agents, la moindre contravention entraînait, outre l'amende, la prison pour les administrateurs aussi bien que pour les agents eux-mêmes. Il s'ensuivait que le nombre de condamnations, ainsi accumulées, excédait, au bout de l'an, plus d'une année entière. Sans doute on n'osait pas exiger l'exécution de ces ridicules jugements; le fort sauvait le faible, et chaque année les amnisties accordées le 1er janvier ou le jour de la fête du roi, éteignaient cette catégorie de peines corporelles; mais l'humiliation était-elle moindre? La persécution d'une grande industrie était-elle plus légitime? Le temps a prononcé; mais il reste encore une coutume barbare, c'est la responsabilité pénale pour l'erreur et la négligence d'un agent, étendue au chef d'industrie. Espérons qu'elle disparaîtra comme le reste, par le simple respect de la vérité.

justiciable des tribunaux ordinaires avait déféré aux conseils de préfecture, c'est-à-dire à des fonctionnaires nommés par elles, le jugement des contestations qui s'élevaient entre elle et ses fournisseurs et entrepreneurs. C'était, en réalité, disposer d'une profession importante dans l'industrie, en la plaçant dans une position inégale devant la loi. C'était mettre aux ordres des ingénieurs de l'État des hommes qui furent amenés ainsi à se considérer bien plutôt comme des *ouvriers* vis-à-vis du *maître*, que comme élevés, par un contrat, à la hauteur de l'égalité des droits. Cela alla et devait aller plus loin : car il y a vingt ans à peine, l'ingénieur en tournée recevait et avait peine à se dérober, de la part de l'entrepreneur, à des soins qu'on n'aime à devoir qu'à soi-même, ou à sa famille, ou à ses serviteurs. Mais du jour où les travaux ont été exécutés par les compagnies, le retour à la juridiction ordinaire a donné aux contrats passés entre les ingénieurs et les entrepreneurs, le caractère des conventions ordinaires librement consenties, stipulant des obligations réciproques dont l'observation doit avoir lieu avec un respect égal des droits des parties. Celles-ci se conduisent désormais comme égales devant la loi. L'ingénieur a senti s'accroître en lui le sentiment de sa responsabilité; il ne trouve plus, dans les juges ordinaires, des défenseurs intéressés à le protéger, comme partie intégrante de l'Administration. Les contrats ne perdent rien de leur force pour être dégagés des stipulations léonines que les tribunaux d'ailleurs font tourner contre leurs auteurs. Or, s'il est vrai que, sous ce régime, les travaux se font

aussi bien, plus promptement, plus économiquement, cela ne prouve-t-il pas que ces ingénieurs, trop protégés d'abord par la juridiction administrative n'avaient pas besoin de cette protection ; car ce sont les mêmes hommes qui, pour la plupart, exécutent les travaux des compagnies, et ce sont eux-mêmes qui ont contribué à réhabiliter la profession des entrepreneurs, en les traitant avec justice, avec le sentiment de l'égalité des droits et des devoirs; en se mêlant même à eux, soit comme associés, soit comme instruments de leurs grandes entreprises. On sait quelle force nouvelle la construction des grands travaux publics a puisée dans cette profession ainsi relevée.

Si les grandes associations qui ont construit et qui exploitent les chemins de fer n'avaient pas fait autre chose que d'apporter la preuve que le droit interprété par la juridiction ordinaire, suffit à toutes les exigences du service public, et que l'immense réseau de lois, de règlements et de juridiction exceptionnels dans lequel le pays a été enveloppé, loin d'être un moyen d'ordre et de salut, est une inutile superfétation, le service qu'elles auraient rendu leur mériterait la reconnaissance de la nation.

Si l'égalité devant la loi, si l'application de plus en plus générale du droit commun, sont un progrès, c'est un progrès obtenu par une liberté; dans ce cas, l'association formée pour le travail, et y réussissant, joue un rôle providentiel, car elle donne une leçon pratique de liberté. Que deviennent devant ces résultats les attaques des hommes à parti pris, qui croient que la po-

pularité se puise dans l'instinct envieux du pauvre contre le riche, du faible contre le fort, de l'individu seul et sans concours contre l'association des individus s'appuyant les uns sur les autres?

---

7. De la relation entre l'organisation sociale de l'Angleterre et de la France, et la charte constitutive des compagnies des chemins de fer dans les deux pays. Absence d'un monopole dans les deux systèmes.

En Angleterre, les individus se sont réservé l'action. Quoi qu'il y ait à faire : entreprises privées, travaux et services publics, enseignement, assistance publique, fabrication d'armes, de poudre, qu'il s'agisse de la possession de vastes territoires avec le droit de les défendre même avec une armée[1], l'association des individus y suffit, seule, mais elle y doit suffire à ses périls et risques.

Pour l'exploitation d'un service public, c'est-à-dire pour une entreprise dans laquelle les intérêts du public sont engagés, l'association demande au gouvernement la faculté de l'exécuter en prouvant qu'elle en a les moyens financiers. Si cette proposition n'est pas contraire à l'intérêt public, elle est acceptée; l'association est constituée par une charte de corporation; elle se met à l'œuvre à ses périls et risques. Le gouvernement ne contracte vis-à-vis d'elle aucun engagement. Elle aura désormais, pour se

1. Ancienne Compagnie des Indes.

défendre, le droit commun. Il ne conserve sur elle aucune autorité. Si elle ne se conforme pas aux conditions stipulées avec lui, elle sera poursuivie, comme s'expose à l'être toute personne qui n'exécute pas un contrat librement consenti.

Les périls et risques qui incombent à cette association, c'est d'entreprendre une affaire improductive; c'est de manquer d'argent pour l'accomplir; c'est de se voir affaiblie par une concession du même genre qui sera accordée à un nouveau venu présentant les mêmes garanties de solvabilité, d'honorabilité, et sachant prouver au Parlement que la concession qu'il demande est, aussi bien que la première, utile au public.

Cela est dans les mœurs du pays. Cela y est né au sein d'une législation extrêmement confuse; d'une organisation hiérarchique comprenant trois castes très-caractérisées et très-distinctes : la noblesse, la bourgeoisie et la classe ouvrière; enfin dans un milieu qui eût pu produire le privilége au lieu de la liberté, le monopole au lieu de la concurrence, sans qu'il y eût lieu de s'en étonner.

En France, l'individu est quelque chose tant qu'il ne sort pas du cercle de l'action privée; il est protégé par une législation qui repose sur les principes les plus élevés de l'égalité et de la liberté civile; qui est claire, précise et simple.

Mais dès que l'individu s'associe, il perd sa liberté d'initiative; il perd aussi la confiance publique; il faut qu'il entre en tutelle; qu'il soit régi par des lois spéciales, sous la surveillance de l'Administration publique.

S'il s'agit d'un service public, cette tutelle le suit pas à pas sous la forme de règlements, de contrôle, de police, etc. Cela est aussi dans les mœurs, dans l'esprit public. Quand cette tutelle administrative n'existait pas au même degré qu'aujourd'hui, les grandes associations étaient, chaque jour, dénoncées aux préventions du public. Elles n'obéissaient, disait-on, qu'à des intérêts égoïstes et avides. Elles n'avaient aucun souci de la vie humaine, elles ne prenaient aucune précaution contre les dangers de l'industrie qu'elles exerçaient. Ces défiances ne trouvent plus le même aliment depuis que les compagnies ont été entourées de fonctionnaires. Les compagnies se sont prêtées à cette absorption parce qu'elles espéraient que, si l'Administration était habile, sa tutelle serait plutôt protectrice que nuisible à leurs intérêts. Elles avaient assez de confiance en elles-mêmes pour compter que, mieux connues de l'Administration, elles seraient défendues. Cela s'est vérifié en partie; les préventions publiques ont perdu de leur âpreté et l'association ainsi organisée, procédant sous l'autorité, la surveillance et le patronage de l'Administration, constitue un système accepté désormais et qui rend, il faut le reconnaître, d'immenses services au pays.

La liberté d'action en Angleterre, l'intervention de l'autorité en France dans l'activité générale, sont deux conséquences de l'état moral des deux pays. Dans l'un, non-seulement on ne demande rien au gouvernement, mais on repousse avec vigueur toutes ses tentatives de substituer son action à celle du public. En France, au contraire, on lui demande tout. On attend tout de lui et

cela va si loin que les crises commerciales, les crises alimentaires lui incombent. Comme on lui demande tout le bien, et qu'on lui croit la faculté et la puissance de le donner, on l'accuse de tout le mal et on réduit ainsi le gouvernement à regretter l'aveuglement du sentiment public qui rapporte tout à l'autorité.

Si cet exposé est vrai, on se demande ce que devient, dans ces deux organisations, le reproche de monopole à l'aide duquel une profession, dont les chambres du commerce se sont faites les organes, cherche à animer le sentiment public contre les grandes associations.

Que devient le caractère exclusif qui s'attache au monopole devant la concurrence qui est le régime anglais, et devant le partage entre l'Administration et les compagnies, dans l'exercice de l'industrie des transports, qui est le régime français?

Ce régime couvre chez nous le territoire de lignes dont la plupart ne sont pas immédiatement productives, et à la construction desquelles on ne peut appeler l'épargne du pays qu'en la constituant *créancière privilégiée* des premières et anciennes concessions. Ce régime abaisse régulièrement le prix de revient des transports et des tarifs, sur toutes les matières qui sont la base de production des industries les plus vitales du pays ; la fréquence des services s'accroît, et la sécurité est manifestement mieux entendue ici qu'ailleurs.

A côté de ces sacrifices, de cette activité, de ces progrès, qu'on mette en regard les questions au nom desquelles une profession, manquant de science, et de science économique surtout, fait appel à des moyens

violents pour obtenir la satisfaction d'appétits exceptionnels, et on ne pourra que déplorer l'appui que les chambres du commerce ont donné à ces accusations. Elles avaient un autre et un beau rôle à prendre pour guider l'esprit manufacturier du pays et l'aider dans la lutte qu'il soutient contre les produits étrangers. Là était le grand intérêt; là était la vraie cause du travail. Qu'ont fait les chambres du commerce pour cet intérêt, pour cette cause? Rien; jamais rien. Quel guide plus compétent le pays et le gouvernement pouvaient-ils cependant consulter dans les discussions récentes et comment ont-elles si complétement failli à les éclairer? C'est la critique à laquelle on peut se borner pour caractériser une institution qui n'a jamais eu de force que pour épouser aveuglément des influences individuelles et locales.

---

8. Du système financier constitutif des sociétés de chemins de fer en France et en Angleterre.

Le système financier qui résulte de l'organisation des chemins de fer français d'après les dernières conventions, aura pour résultat, pour la France, une émission de 2 975 000 titres d'actions sur lesquels le public a versé 1 371 240 117 francs, et l'émission en titres d'obligations pour un capital de 5 650 623 120 francs.

Pour 1 franc versé en actions, il aura été versé 4 fr. 12 c. en obligations.

Ces chiffres sont détaillés dans le tableau suivant :

SITUATION FINANCIÈRE DES COMPAGNIES DE CHEMINS DE FER.

CHEMINS DE FER.	NOMBRE d'actions.	CAPITAL réalisé. — France.	SOMMES produites ou à produire par l'émission d'obligations.	PART des compagnies dans l'exécution des chemins de fer. — France.	RAPPORT du capital engagé au produit des obligations le capital étant 1.
Paris-Méditerranée[1]	800,000	337,762,500	1,977,237,500[3]	2,315,000,000	5,86
Orléans[2]	600,000	306,101,237	938,000,000[4]	1,244,000,000	3,08
Est	500,000	250,000,000	925,000,000	1,175,000,000	3,70
Ouest	300,000	150,000,000	845,000,000	995,000,000	5,64
Midi	250,000	129,876,380	538,623,620	668,500,000	4,13
Nord	525,000	197,500,000	426,762,000	624,262,000	2,16
Totaux	2,975,000	1,371,240,117	5,650,623,120	7,021,762,000	4,12

1. Y compris les 100 000 actions nouvelles émises au cours de 700 francs.
2. Y compris les 300 000 actions nouvelles émises au pair de 500 francs.
3 et 4. Défalcation faite du produit des actions récemment souscrites.

Le système financier anglais se présente de la manière suivante (1862).

Les actions primitives entrent dans le coût de l'établissement des chemins de fer pour un capital de.....		4 880 000 000 fr.
Les actions privilégiées pour	1 860 000 000	
La dette fondée pour.......	198 000 000	4 270 000 000
Les obligations pour.......	2 212 000 000	
		9 150 000 000

Le capital en actions primitives étant un, la dette qui le prime est 0,876.

On comprend, en effet, que des entreprises trouvant en elles-mêmes l'unique garantie de leur revenu, et ne pouvant s'appuyer sur la garantie de l'État, n'aient pu emprunter au delà de leur propre capital en actions.

La comparaison des deux systèmes fait ressortir les conséquences suivantes :

Sous la protection de la garantie de l'État, les compagnies françaises empruntent quatre fois plus qu'elles n'ont versé. La situation serait en conséquence écrasante si l'argent était mal employé ou si les lignes étaient improductives. Mais, dans ce cas, l'État vient au secours du débiteur, et il laisse au capital engagé dans la construction de l'ancien réseau, le droit de prélever, sur le produit net de cet ancien réseau, un revenu de 6,26 p. 100 de sa valeur actuelle.

Ce revenu est, certainement, bien inférieur à celui que ces entreprises obtiendraient aujourd'hui si elles n'avaient pas été grevées de la charge d'établissement des nouveaux réseaux, et si aucune concurrence ne leur avait été suscitée par des lignes rivales. Le tableau suivant fait ressortir cette situation pour chaque compagnie.

CHEMINS DE FER.	Cours actuel des actions — 13 août 1863.	VALEUR actuelle des actions.	CHARGE en obligations de l'ancien réseau.	VALEUR actuelle des actions et des obligations de l'ancien réseau.	PRÉLÈVEMENT autorisé sur le produit net de l'ancien réseau. Par kilom.	PRÉLÈVEMENT autorisé sur le produit net de l'ancien réseau. Pour le réseau.	Quantième p. 100 du prélèvement sur la valeur actuelle des actions et des obligations.
		fr.	fr.	fr.	fr.	fr.	
Paris-Méditerranée.	1,030	824,000,000[1]	792,237,500	1,616,237,500	36,700[2]	94,979,600	5,58
Orléans...........	920[1]	552,000,000	321,898,763	779,654,173	27,400	48,333,600	6,20
Est...............	500	250,000,000	60,000,000	300,000,000	29,000	28,362,000	9,13
Ouest.............	525	157,500,000	275,000,000	432,500,000	34,500	31,050,000	7,18
Midi..............	700	175,000,000	200,123,600	375,123,620	28,900	23,100,000	6,13
Nord..............	1,000	525,000,000	244,500,000	769,500,000	38,400	42,009,600	5,46
Totaux.....	....	2,483,500,000	1,893,759,863	4,273,015,290	....	267,834,800	6,26

1. Cours moyen. — 2. 34,330 à partir du 1[er] janvier 1865.

La valeur *actuelle* des actions est, très-légitimement, l'expression de la valeur de la propriété des chemins de fer. Les capitaux placés dans l'industrie suivent une fortune diverse, mais la moyenne est fructueuse, car tout atteste que l'épargne du pays s'accroît. Depuis vingt ans la propriété immobilière a presque doublé de valeur; les produits de la terre ont subi sur les marchés des villes, une énorme augmentation de prix; le salaire, cette vaste et bien légitime spéculation de l'ouvrier, s'est augmenté dans une très-forte proportion. Les actions de chemins de fer qui ont coûté, il y a vingt ans, 1 371 000 000 valent aujourd'hui 2 483 500 000 f.; le prix s'en est élevé progressivement, normalement, comme le prix de toute propriété dont le revenu est assuré. On demande à toutes les affaires d'industrie un intérêt de 10 p. 100 au minimum, et ce n'est que par suite de la confiance qu'elles inspirent, que les actions des chemins de fer se sont capitalisées sur le taux de 5,5 à 6,5 p. 100. La valeur actuelle des actions est donc aussi légitime que celle de la propriété immobilière, et toute méprise à cet égard est, à la fois, une erreur économique et une violation des règles de la simple probité.

C'est pour cela que nous partons de la valeur actuelle des actions dans l'estimation de celle de l'ancien réseau.

Nous avons vu qu'en empruntant quatre sur une propriété qui a coûté un et qui vaut aujourd'hui deux, la situation ne serait pas supportable sans le secours de l'État, et qu'elle serait tendue tant que ce secours serait effectif. Mais quand les nouveaux réseaux deviendront productifs, s'ils sont exploités avec intelligence

et économie, ils apporteront aux titres représentant l'ancien réseau des bénéfices progressifs. Voilà la compensation. Comme le nouveau réseau n'est chargé que de l'intérêt et de l'amortissement du capital engagé dans son établissement, le jour où son produit net dépassera cette charge, le surplus viendra en augmentation du produit de l'ancien réseau ; cela aura lieu dans la proportion de 11 à 8, c'est-à-dire que pour chaque kilomètre de l'ancien réseau, un kilomètre et un quart apporteront leur excédant; c'est la proportion de l'étendue des deux réseaux.

Cet avenir n'est malheureusement pas prochain. Jusque fin 1862, les intérêts des sommes employées à l'établissement du second réseau, déduction faite des produits nets, avaient chargé, comme suit, le capital d'établissement :

Pour	Paris-Méditerranée.	86 029 463 fr.
—	Est...............	77 833 643
—	Orléans...........	75 616 736
—	Ouest.............	25 921 210
—	Midi............ .	11 549 110
Total des insuffisances d'intérêt..		276 950 162

Pour se faire une idée exacte de la situation que font les nouvelles conventions aux valeurs financières auxquelles s'attachent des éventualités, il faut étudier la marche de l'accroissement annuel du produit brut, la dépense d'exploitation proportionnelle à cet accroissement, le produit net, et comparer ce produit à la charge des intérêts et de l'amortissement.

Soit, par exemple, et pour partir de circonstances existantes, un nouveau réseau qui, en 1858, avait une éten-

due de 272 kilomètres, et, en 1862, une étendue moyenne exploitée de 672 kilomètres. Il coûte 353 500 par kilomètre, ce qui grève son établissement d'une charge annuelle de 20 000 fr. en intérêt et amortissement. Ce réseau a vu ses recettes kilométriques s'accroître en quatre ans, suivant une progression de 100 à 146. C'est environ 1100 fr. par kilomètre et par an. Le produit brut kilométrique est (1862) 13 700 fr. par kilomètre. La dépense d'exploitation est de 7725 fr., soit 56 p. 100. La dépense, proportionnelle à l'augmentation, absorbera dans l'origine, les deux tiers de celle-ci, puis moitié, puis un tiers, et elle s'arrête là en général, laissant en produit net les deux tiers de l'augmentation. De là cette conséquence que si, pour un produit net de 5 à 6000 fr., la dépense d'exploitation est de 56 p. 100, elle descend à 32 p. 100 quand le produit net est de 30 000 fr.

Nous n'avons pas besoin de dire que ces chiffres n'ont d'autre base que des moyennes données par l'expérience, mais que ces moyennes ne constituent pas une règle générale.

En suivant la loi de progression du produit de la partie du nouveau réseau dont il s'agit, le tableau suivant donne la série d'années dans laquelle le produit net s'élèvera jusqu'à atteindre les 20 000 fr. nécessaires pour couvrir la charge d'intérêt et d'amortissement. Nous avons fait entrer dans ce calcul la part qui provient, dans l'augmentation des produits de l'ancien réseau, de ce que lui apporte le nouveau. Cette part est atténuée, il est vrai, par la concurrence que, sur plusieurs points, le nouveau réseau fera à l'ancien.

ANNÉES.	PROGRESSION du produit brut à la fin de chaque période de 4 ans.	AUGMENTATION par kilomètre.	DÉPENSES	PRODUIT net.
	fr. fr.	fr.	fr.	fr.
1856 à 1862	9,500 à 13,800	1,100	8,000	5,800
1862 à 1866	13,800 à 20,000	1,566	12,000	8,000
1866 à 1870	20,000 à 29,000	2,206	16,500	12,500
1870 à 1874	29,000 à 42,200	3,300	20,750	21,450

Nous ne voulons, bien entendu, donner ici qu'une méthode de calcul. Il faudrait, pour approcher de la vérité, étudier tous les éléments séparés du nouveau réseau, apprécier les causes d'augmentation de chaque branche et son influence sur l'ancien réseau. Si chaque compagnie a fait entrer, dans son estimation dernière des dépenses d'établissement du nouveau réseau, la charge d'intérêt que l'insuffisance du produit net laissera au capital pendant une période de six à sept ans, la période dans laquelle la garantie de l'État sera effective en sera d'autant abrégée. Il en sera de même dans le cas où les compagnies parviendraient à réaliser des économies sur le coût d'établissement. La combinaison financière a l'avantage de créer cet intérêt aussi bien pour l'Administration que pour les compagnies. Tous les efforts de celles-ci, dans ce sens,

doivent donc être secondés par le contrôle de l'administration.

Il est évident d'ailleurs que c'est placer une industrie en état permanent de crise, que de lui imposer des emplois d'argent qui ne sont pas couverts par un revenu suffisant. Mais la crise est atténuée d'abord par la garantie de l'État, ensuite par l'étude attentive des moyens de faire produire les réseaux. Il n'y a pas, sous ce point de vue, de moyen d'appréciation plus utile que les documents statistiques établis chaque année par les compagnies. On y trouve les chiffres les plus détaillés sur chaque nature des transports effectués, et sur la part de chaque localité dans ces transports. L'exploitation française a, en études statistiques, la supériorité sur l'exploitation anglaise.

L'intérêt des conventions de mai et juin 1863 n'était pas seulement, pour le gouvernement, de relever quelques compagnies spécialement frappées par l'insuffisance des devis sur lesquels il avait fait porter sa garantie d'intérêt; c'était plutôt d'accroître des réseaux. En cela, il était mû par le besoin qui avait dicté les conventions antérieures, celles qui ont enté la construction du second réseau sur la fusion des diverses concessions de l'ancien en six grandes compagnies. Le gouvernement voyait depuis longtemps approcher le moment où les compagnies s'arrêteraient d'elles-mêmes par l'épuisement des ressources qu'elles trouvaient dans l'émission des obligations garanties par lui pour la construction du nouveau réseau, et il s'était préparé, par des études antérieures, à ne les relever, à ne leur rendre

de nouvelles forces qu'à la condition d'une nouvelle extension du réseau.

Pour le gouvernement, le but principal est atteint. Quant aux compagnies, elles sont, du moins, à l'abri du retour d'erreurs du même genre que celles qui avaient compromis l'avenir de plusieurs d'entre elles ; et puis, elles ont puisé une sécurité nouvelle dans la preuve que les récentes conventions ont fournie, que le gouvernement se considérait comme solidaire du succès de celles-ci comme des premières.

La solidarité du gouvernement est, en pareil cas, d'autant plus essentielle que les porteurs de titres de l'ancien réseau sont frappés par un fait tout à fait inattendu : celui de l'abaissement du cours des titres comparativement à l'intérêt perçu.

Depuis quinze ans environ, la baisse progressive de l'intérêt s'est arrêtée. Que cela soit dû à d'actifs besoins d'argent ; aux résistances qu'ont rencontrées les établissements de crédit pour constituer une fusion, entre les grands marchés européens, pour les valeurs financières ; à l'insuffisance peut-être de ces établissements, qui semblent ne devoir s'introduire plus intimement dans la constitution commerciale du pays qu'autant que la puissance de leur capital leur permettra de réaliser, pour le public, la formule d'omnium qui semble devenir la vraie base du crédit industriel ; toujours est-il que le fait est là. Le revenu des chemins de fer représente, en France, un capital proportionnellement moindre qu'en Angleterre. Ce préjudice est d'autant plus grave que les exigences du capital engagé dans les autres industries

sont moindres qu'autrefois, ce qui prouverait que les emplois annuels d'argent ne semblent pas dépasser les ressources de l'épargne du pays. Le capital semble toujours abondant.

Le moyen de remédier au mal est peut-être indiqué par sa cause même. Il faut bien reconnaître que si les dernières conventions tendent à faire sortir le capital de l'ancien réseau du régime des valeurs industrielles, il y aura là une cause d'échec qui devra préoccuper le gouvernement.

Il n'a, en effet, nullement entendu livrer les valeurs représentatives de l'ancien réseau à un sommeil inquiet jusqu'au moment de la prise en charge par elles, de leur part dans les déficits de l'exploitation du nouveau réseau. Il désire, au contraire, que ces titres s'améliorent pour constituer la base d'une extension plus large des lignes de chemins de fer. Il voudrait, par-dessus tout, ne pas gêner l'élan de cette grande industrie. Sous ce rapport, cependant, l'incertitude est permise sur l'efficacité des moyens, parce que les conventions posent une limite rigoureuse aux établissements de l'ancien réseau, et que toute augmentation nécessaire pour en améliorer le revenu constitue une charge proportionnellement trop forte devant laquelle il faut reculer. Dans ces circonstances, la consolidation de l'ancien réseau ne porterait véritablement ses fruits qu'autant que les accroissements d'établissements proposés par les compagnies et jugés nécessaires par le gouvernement seraient portés au capital du nouveau réseau. Sans aucun doute, la conséquence que nous signalons n'a pas échappé au lé-

gislateur; mais il l'aura considérée comme d'une importance secondaire. Il semble cependant qu'il est tout aussi important de maintenir ce qui est droit que de soutenir ce qui penche. La meilleure des solutions sera toujours celle qui tendra à l'amélioration des valeurs par l'extension utile des établissements qu'elles représentent.

Quant à l'équité du moyen, elle n'est pas, un seul instant, contestable. En effet, le mécanisme des conventions de 1863 consiste à imposer aux actionnaires de l'ancien réseau l'établissement du nouveau, et à les garantir, soit par des subventions, soit par l'avance temporaire de l'intérêt dû aux porteurs d'obligations, contre l'éventualité de l'insuffisance immédiate du revenu. Or, d'ores et déja, cette insuffisance est notoire. Elle est admise par les parties qui contractent, et cela, malgré les subventions, sans lesquelles d'ailleurs l'établissement de certaines lignes serait matériellement impossible. On voit, qu'en face de cette insuffisance, l'État ne donne aux actionnaires de l'ancien réseau aucun avantage immédiat. Loin de là, il s'inscrit immédiatement contre eux comme créancier des sommes qu'il aura avancées en conséquence de la garantie qu'il donne aux porteurs d'obligations; il stipule son remboursement à mesure d'accroissement du revenu, et même au terme de la concession, en se compensant alors sur la valeur du matériel, à concurrence de ce qui lui sera dû, y compris les intérêts de ses avances à 4 pour 100. De plus, comme cette clause ne modifie, dans la faculté de rachat, ni la forme, ni l'époque de son application, le

gouvernement pourrait provoquer ce rachat lorsque sa créance s'élèverait à un chiffré qui absorberait le matériel tout entier des compagnies : conséquence léonine dont l'éventualité ne serait redoutable que de la part d'un gouvernement qui n'aurait le sens ni de son honneur, ni de l'intérêt public. On conçoit du reste qu'enfermé dans des limites si étroites de revenu, le capital de l'ancien réseau ne puisse être augmenté sans perte, et comment alors il est convenable et équitable que ses accroissements nécessaires soient portés au compte du nouveau réseau.

CONCLUSIONS.

Cette supériorité que nous avons reconnue dans tous les services et dans toutes les tendances de l'exploitation française sur l'exploitation anglaise prouve-t-elle contre cette dernière? Nullement; nous ne l'entendons pas ainsi. Elle exprime seulement que l'exploitation française s'est assimilé, dans son organisation et dans son activité, les besoins et les intérêts du pays, et qu'elle les satisfait infiniment mieux que ne le ferait l'exploitation anglaise.

La France ne veut pas des chemins anglais, parce que les siens lui coûtent un cinquième en moins, qu'ils sont mieux faits et mieux tenus, tout en desservant un mouvement de transport plus considérable. Le public ne veut pas la vitesse de l'express anglais au prix auquel

l'Angleterre la paye et au prix du délaissement des localités intermédiaires. Le commerce ne veut nullement acheter la rapidité des livraisons des marchandises au prix de l'application des tarifs anglais : au prix même d'une surélévation minime des tarifs de transport et de camionnage.

Des hommes ardents et irréfléchis veulent obtenir, il est vrai, ces avantages de vitesse de marche et de promptitude de livraison sans les payer, et sous le prétexte des subventions données, à l'origine, aux compagnies, par l'État. Ces subventions ne sont pas un motif suffisant. D'abord, l'État n'a jamais fait de grâce à personne. Il n'a donné que ce qu'il ne pouvait refuser, et il a fait, en donnant, ses conditions et toutes ses conditions. Et puis, il a su se rembourser, et au delà, par le produit des impôts spéciaux aux chemins de fer; par les sacrifices qu'il leur impose dans l'intérêt des services publics; par la dette énorme, écrasante, qu'il fait contracter aux anciens concessionnaires, et qui s'accroît tous les jours, pour l'achèvement des deuxième, troisième et quatrième réseaux. L'État s'est encore remboursé par le régime de bénéfices limités auxquels il a soumis des capitaux qui, bien qu'attachés aux entreprises les plus florissantes par elles-mêmes, doivent désormais leur valeur et leur crédit aux combinaisons financières de l'État bien plus qu'à l'industrie qu'elles ont fondée, et dont l'avenir dépend de la probité du Gouvernement.

Quelqu'un qui considérerait la question sous le même jour que nous, mais au point de vue anglais, arriverait peut-être à une conclusion contraire. Il démontrerait

que les chemins de fer de l'Angleterre se sont merveilleusement appropriés aux besoins, et que les conditions de l'exploitation française n'y satisferaient pas au même degré. Nous n'avons nulle envie de contester ce point; mais nous n'avons aussi nulle hésitation à préférer notre lot. Chaque nation a son génie, ses aptitudes, ses qualités. Ce qui fait, par comparaison avec l'Angleterre, le mérite spécial des grandes associations chargées, en France, de l'industrie des transports, c'est que le point de vue de l'intérêt public a, dans leurs actes, une part plus large et plus continue. La concurrence va dans le même sens en Angleterre, mais moins vite, d'une manière plus égoïste, avec moins de respect aussi pour l'égalité civile. En Angleterre, on accepte sans se plaindre, d'une compagnie, le service rendu comme expression de la somme payée : il suffit que ce soit le cours. En France, on exige plus. Toute association qui a reçu mission d'exercer un service public, est, aux yeux de tous, déléguée du gouvernement. Elle doit, en conséquence, donner sans compter. Personne ne lui fait, personne ne voudrait lui faire sa part légitime, celle de son activité, de son habileté, de ses risques. Cette notion manque au public. Fût-elle ruinée, le service qu'elle rend semble toujours trop cher. Le sentiment général est qu'elle pourrait mieux faire pour moins. Ces défiances, cette jalousie s'affaiblissent cependant devant l'incessant progrès qui répand chaque jour sur le territoire le bienfait d'une viabilité commode, rapide et économique; qui offre au public un personnel zélé et serviable, intéressé à se faire accepter par lui; mais il

dépend de l'Administration qu'elles s'éteignent plus vite encore. Qu'elle livre à l'association tout ce qui languit entre ses mains faute d'initiative, d'activité et d'argent, et le public ne tardera pas à reconnaître, au large développement du travail, que ces sociétés, qu'il s'est représentées comme les agents étroits d'un monopole, c'est lui, c'est lui-même qui utilise, en les formant en faisceau, toutes les forces latentes dans l'individu; c'est lui seul, mais groupé, mais puissant et d'autant plus habile, digne et probe sous cette forme, que le but de l'association sera plus utile et plus élevé.

CHAPITRE II.

AVIS DE LA COMMISSION D'ENQUÊTE SUR L'EXPLOITATION ET LA CONSTRUCTION DES CHEMINS DE FER.

La commission chargée de l'enquête était composée de MM. Michel Chevalier, A. Leroux, de Belleyme, Vuillefroy, de Franqueville, Avril, Busche, Combes, Talabot, Didion, Foulon, Vandal, Tourneux, A. Moreau.

Les dispositions suivantes, sont ses avis formulés. Un rapport fort étendu et plein d'intérêt du vice-président de la commission, M. Michel Chevalier, explique et motive ces conclusions.

La commission est d'avis :

1° Trains express.

Qu'il est convenable que, sur les lignes principales, la vitesse des express atteigne, autant que possible, 50 à 60 kilomètres de marche effective par heure; mais que cette accélération ne peut être imposée aux compagnies qu'autant que le degré des pentes et leur fréquence ne prescrirait pas de s'en abstenir dans l'intérêt même de la sécurité, qu'autant que l'administration des postes continuerait les efforts qu'elle a déjà faits, et qu'elle sim-

plifierait le service, soit par la réduction du nombre des arrêts, soit par l'adoption de dispositions mécaniques pour la délivrance et la réception des colis.

Que le nombre actuel des express paraît suffisant sur la plupart des grandes lignes; que néanmoins il existe encore des lignes principales qui ne sont pas desservies par des trains ayant véritablement le caractère des express, et qu'en conséquence, sur ces lignes, il serait désirable qu'il fût établi au moins un train express journalier dans chaque sens.

2° Trains omnibus et mixtes.

Qu'il y a lieu d'établir sur les lignes principales pour le trajet entier et dans chaque sens, un train journalier direct contenant des voitures de toutes classes et marchant à la vitesse effective de 40 kilomètres à l'heure; cette obligation ne serait pas imposée aux lignes qui offrent un système de fortes pentes, ou à celles d'une fréquentation très-médiocre.

Qu'en ce qui touche l'admission des voyageurs dans les trains de marchandises, il convient de laisser aux compagnies la plus grande latitude, sans les astreindre, dans ce cas, à un abaissement de tarif;

Que relativement à l'organisation du service des trains qui correspondent aux points de croisement, l'état des choses actuelles doit être modifié dans toute la limite du possible, afin que les voyageurs ne soient plus astreints à des arrêts de plusieurs heures pour attendre, aux points de croisement, la correspondance d'une autre ligne.

8

3° Traités de correspondance.

Qu'à l'avenir, tout traité de correspondance sera exécutoire de plein droit cinq jours après la communication officielle qui en aura été faite à l'Administration, et que le droit d'approbation préalable attribué jusqu'ici à l'Administration, sera remplacé par un droit de suspension, applicable à toute époque.

4° Sécurité, signaux.

1° De recommander, pour la protection des bifurcations, l'emploi d'un système analogue à celui récemment établi par la compagnie du Nord, lequel consiste dans l'établissement de deux signaux dont le premier, fixe et de couleur spéciale, est destiné à prescrire le ralentissement avant d'atteindre le second signal, le signal rouge.

L'intime liaison du second signal avec le mécanisme placé au point de croisement ou de bifurcation paraît indispensable; l'homme chargé de la manœuvre, devra toujours avoir son signal tourné à l'arrêt, et ne devra l'ouvrir que pour donner passage à un seul train à la fois;

2° D'inviter les compagnies à continuer l'étude des moyens propres à constater l'extinction des feux des signaux de nuit, les essais faits en ce moment par la compagnie de Paris à la Méditerranée étant de nature à autoriser des espérances;

3° Que toutes les fois que la composition des trains ne s'y opposera pas, la communication entre les gardes-freins et le mécanicien devra être rendue obligatoire;

Qu'il n'y a pas lieu de faire de même, en ce qui touche la communication entre les voyageurs et les agents du train.

5° Bien-être.

1° Qu'il y a lieu de prescrire aux compagnies l'emploi de rideaux dans les compartiments de la 3e classe, et à plus forte raison dans ceux de la seconde. Les compagnies pourraient substituer des persiennes aux rideaux, à l'exemple de la compagnie des Ardennes;

2° Que les dossiers et les banquettes de la 3e classe devraient être inclinés et les dossiers élevés à la hauteur de la tête des voyageurs;

3° Qu'il n'y a pas lieu de prescrire des règles nouvelles en ce qui concerne les fumeurs;

4° Qu'il est désirable que le système de water-closets, en usage sur tous les chemins allemands et en ce moment expérimenté chez nous par plusieurs compagnies, reçoive une application générale;

5° Que pour l'alimentation des machines à voyageurs, l'emploi de la houille doit être toléré quand, par la nature de la houille employée, et par l'introduction d'appareils fumivores, cet emploi sera exempt d'inconvénients sensibles.

6° Police des gares.

1° Qu'en ce qui concerne le service de ville proprement dit, toutes les voitures indistinctement devraient être admises dans les gares;

Toutefois à l'égard des omnibus, il serait tenu compte, pour la place qui sera assignée à chacun d'eux, du nombre de trains qu'ils desserviront;

2° Que l'entrée des gares doit être accordée à toutes les voitures, dites de correspondance;

Qu'il serait utile néanmoins que les compagnies pussent avoir un correspondant attitré, subventionné même, au besoin, par elles, aussi bien pour le transport des voyageurs que pour celui des colis de messagerie.

7° Service des marchandises, petite vitesse.

1° Qu'il y a lieu de fixer des délais moindres que ceux établis aujourd'hui, pour le transport de la plupart des produits manufacturés et des matières premières d'un prix élevé;

Qu'à cet effet, la vitesse de 125 kilomètres en 24 heures, spécifiée à l'article 50 des cahiers des charges devrait être portée à 200 kilomètres;

2° Que relativement aux petites distances, le moyen le plus simple d'activer le transport des marchandises serait de le faire par la grande vitesse, avec un tarif intermédiaire entre celui de la grande et de la petite vitesse.

8° Délais de la grande vitesse.

Qu'à l'avenir il y aurait lieu de rédiger ainsi l'article 50 du cahier des charges :

Les animaux, denrées, marchandises et objets quelconques, à grande vitesse, seront expédiés par le premier train de voyageurs comprenant des voitures de toutes classes, et correspondant avec leur destination, pourvu qu'ils soient présentés à l'enregistrement, avant le départ de ce train, dans un délai qui sera fixé par l'Administration sur la proposition de la compagnie, sans que ce délai puisse excéder trois heures ou être inférieur à une heure.

9° Transports de marchandises par l'express.

D'autoriser les compagnies à transporter, par train express, certaines marchandises, aux conditions suivantes :

1° Que, par chaque train, la charge ne dépasse pas un poids déterminé, tel que serait celui de deux mille kilogrammes;

2° Que les compagnies aient dans ce cas, la faculté d'élever leurs tarifs de la grande vitesse de 20 ou 25 pour 100;

3° Que ces expéditions soient réservées au service des points extrêmes, et des grands centres d'industrie et de commerce;

4° Que ces marchandises puissent être apportées à la

gare, non plus trois heures, mais seulement une heure avant le départ des trains;

5° Que ce service accéléré s'applique aux envois de valeurs et d'argent, mais sans relèvement de tarif.

10° Ordre d'inscription d'expédition des colis.

Qu'il n'y a pas lieu d'apporter de modifications à la réglementation en vigueur en ce qui touche l'ordre d'expédition des marchandises.

11° Responsabilité des compagnies pour le transport des marchandises.

Qu'il y a lieu pour l'Administration de tenir la main à la stricte observation du paragraphe dernier de l'article 49 du cahier des charges, relatif à la délivrance du récépissé et particulièrement à la mention, sur ce récépissé, du délai dans lequel doit s'effectuer le transport;

Que le récépissé délivré devrait toujours mentionner une retenue pour le cas de retard;

Que la retenue encourue devrait varier, suivant la durée du retard, du dixième au tiers, indépendamment des dommages-intérêts, dans le cas où le préjudice serait plus considérable;

Qu'il serait utile de prescrire aux compagnies l'essai de bulletins du genre de ceux qu'emploie l'Administration de l'octroi de Paris.

Que l'Administration ait la faculté de fixer la forme des récépissés et des lettres de voiture;

Qu'il conviendrait de généraliser la mesure adoptée par quelques-unes des compagnies, de déléguer aux chefs de gare le pouvoir de transiger directement avec les particuliers, expéditeurs ou destinataires, en cas de contestations, jusqu'à concurrence d'une somme peu élevée.

12° Responsabilité des compagnies. Transports communs.

Que dans le but d'atténuer les inconvénients nombreux qui sont inhérents à toute instance judiciaire où plusieurs compagnies sont parties, il y aurait lieu de simplifier les délais de distances pour les assignations;

Que, dans le cas d'un transport commun à plusieurs compagnies, il est nécessaire que l'expéditeur ou le destinataire n'ait à mettre en cause qu'une seule compagnie, soit celle qui aurait reçu le colis, soit celle qui l'aurait livré ou dû livrer, sauf aux compagnies ensuite de se tenir réciproquement compte des dommages qui auraient été de leur fait, et à opérer, entre elles, le départ de la responsabilité encourue vis-à-vis du réclamant.

13° Relèvement des tarifs de marchandises.

Qu'il serait utile, en principe, de réduire les délais fixés par les cahiers des charges pour le relèvement des tarifs des marchandises.

14° Homologation des tarifs.

Qu'à l'avenir l'homologation des tarifs ne soit plus subordonnée à une instruction préalable de l'administration; que les compagnies en conséquence ne soient plus tenues qu'à l'envoi d'un exemplaire de l'affiche à l'administration centrale et à l'ingénieur de l'État, chargé du contrôle;

Que l'instruction administrative ne s'effectue que dans le cas où, soit les tarifs nouveaux, soit les modifications de tarifs anciens auraient soulevé des réclamations que l'Administration supposerait dignes d'être prises en considération;

Que la perception des taxes ait lieu de plein droit à l'expiration du délai légal d'un mois, prescrit pour la publication et l'affichage, sauf le cas qui vient d'être prévu;

Qu'il soit entendu que le ministre, en vertu du droit qui lui appartient, peut, à toute époque, suspendre l'application des tarifs.

15° Des coupures dans la tarification des colis.

D'abaisser le minimum du poids des colis de petite vitesse;

D'établir, en ce qui concerne les colis pesant moins de 40 kilogrammes transportés en petite vitesse, des coupures semblables à celles qui existent actuellement dans la tarification de ceux transportés par la grande vitesse.

16° Du rétablissement des traités particuliers.

Que, sans rétablir les traités particuliers, il serait bon d'encourager les traités ayant pour objet la fourniture, par les expéditeurs de certains produits, des wagons sur lesquels ces produits seraient chargés, en stipulant un tarif réduit.

17° Camionnage, factage, magasinage.

D'autoriser les compagnies à laisser libres, à toute heure, à leurs propres camionneurs, l'entrée et la sortie de leurs gares, sans qu'elles soient astreintes à faire profiter les autres voituriers de la même facilité, mais en maintenant, à l'égard de ces derniers, les dispositions réglementaires de l'article 52 du cahier des charges ;

Relativement au magasinage, d'établir un tarif progressif, qui serait, par exemple, une fois écoulé le délai réglementaire de quarante-huit heures, de 20 centimes par tonne pour les premières vingt-quatre heures, de 50 centimes pour la seconde période de la même durée, et 1 franc pour la troisième et les suivantes;

D'autoriser les compagnies, dans toutes les localités où le factage et le camionnage sont obligatoires pour elles, et après le délai de quarante-huit heures, à camionner d'office à domicile toutes les marchandises portant l'adresse d'un destinataire, sans la réserve expresse de livrer en gare, et à déposer dans un magasin public celles qui auraient été refusées.

18° Groupage.

Qu'il n'y a pas lieu, quant à présent de modifier les règles établies par les cahiers des charges en ce qui touche la faculté du groupage.

Qu'il serait à désirer, qu'il se formât au centre de Paris, un vaste établissement commun à toutes les compagnies, sorte de factorerie centrale et générale, où seraient reçues toutes les marchandises sans distinction de destination, et qui aurait dans les divers quartiers, des succursales également communes à toutes les compagnies.

19° De la fourniture des wagons par les expéditeurs.

Qu'il serait utile de favoriser, dans certains cas spéciaux, la fourniture de wagons par les expéditeurs.

20° Du tarif des céréales dans les temps de cherté.

Que la clause relative au transport de céréales continue d'être inséréedans les cahiers des charges, en remplaçant, dans tous les cas, la mention d'un marché régulateur spécial par celle du marché de Paris, et en fixant uniformément à 20 fr. pour l'hectolitre de blé, le prix au delà duquel s'effectuera l'abaissement du tarif.

21° Construction. Acquisition des terrains au point de vue du nombre des voies à établir.

Qu'il convient de continuer à prescrire l'acquisition des terrains pour deux voies sauf le cas où rien absolument ne porte à prévoir un grand développement du trafic, et sauf celui où la dépense qu'entraînerait l'acquisition supplémentaire serait, par exception, considérable.

22° Construction des voies d'évitement ou de garage.

Qu'en ce qui concerne les chemins nouveaux construits à une seule voie, il n'y aura lieu en général d'établir de voie de garage que par sections continues de 50 à 60 kilomètres, comprises, autant que possible, entre des stations importantes.

23° De la construction des ouvrages d'art pour deux voies.

Que pour les lignes nouvelles, il conviendrait de ne prescrire l'exécution des ouvrages d'art que pour une seule voie, sauf le cas où il y aurait lieu de prévoir, d'une manière à peu près certaine, un grand développement du trafic dans un temps assez rapproché ;

Que même dans le cas d'une ligne à deux voies dans toute son étendue, il pourrait y avoir lieu d'autoriser l'établissement à une seule voie de certains ouvrages exceptionnellement difficiles et coûteux ;

Qu'en ce qui touche les souterrains sur les chemins à simple voie, la condition déterminante de leur dimension en hauteur devrait être une élévation de 4^m,80 à l'aplomb de chaque rail.

24° Des modifications à apporter à la loi sur l'expropriation.

Il y a lieu de prendre en considération la proposition tendant à ce que le prix des terrains soit en partie laissé à la charge des localités traversées, ou du moins à ce que celles-ci soient tenues de délivrer les terrains à la compagnie concessionnaire, moyennant un prix d'estimation établi d'avance, sous l'approbation de l'Administration ;

Qu'il serait utile que le magistrat, directeur du jury, prît part à ces délibérations et les présidât.

25° Des pentes et courbes.

Que les progrès de l'industrie pouvant déterminer chaque jour, pour ainsi dire, des facilités nouvelles à l'égard des pentes et des courbes, il n'y a plus lieu de poser, en cette matière, des règles limitatives absolues.

26° Des stations et des clôtures le long de la voie.

D'autoriser les compagnies, dans la construction des chemins nouveaux, à établir les stations dans les condi-

tions d'une extrême simplicité et, dans certains cas, même à n'y élever que de simples hangars;

En ce qui touche les clôtures, de supprimer la prescription législative générale qui lie sous ce rapport le gouvernement aussi bien que les compagnies, et de laisser à l'Administration le soin de prononcer non-seulement sur le mode de clôture, mais sur la nécessité même d'une clôture quelconque.

27° De l'emploi d'un matériel spécial pour l'exploitation.

Qu'il y a lieu d'autoriser le système articulé et pareillement les systèmes nouveaux qui viendraient à se produire, lorsqu'il se présentera des capitalistes disposés à en faire usage.

28° Conditions de construction et d'exploitation spéciale aux lignes qui, par la nature des besoins qu'elles auront à desservir, pourront rester en dehors des compagnies existantes et devront présenter le caractère particulier de chemin à transbordement.

Que la plus grande latitude devrait être laissée tant à l'Administration pour autoriser, qu'au concessionnaire pour construire et exploiter les chemins de fer d'intérêt local :

Que les lignes de ce réseau devant être, dans la plupart des cas, des chemins à transbordement, elles pourront et devront même différer essentiellement, tant sous le rapport de la construction que sous celui de l'exploita-

RAPPORT DE M. E. FLACHAT

SUR LES MACHINES LOCOMOTIVES.

La décision de la commission impériale du 15 mars 1862, portant règlement pour la section française du jury international des récompenses, indique (art. 6) que les jurés de chaque classe devront remettre au commissaire général un rapport sommaire comprenant :

1° Un précis de mérites spéciaux constatés chez les exposants français.

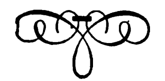
2° Un aperçu des progrès accomplis depuis l'exposition universelle de 1855 chez les nations représentées dans le palais de Londres.

3° Une conclusion sur les efforts que doivent faire les constructeurs français pour conserver la supériorité acquise dans certaines parties de la construction des locomotives et pour s'élever dans les autres à la hauteur de leurs concurrents étrangers.

4° L'indication, s'il y a lieu, des mesures à l'aide desquelles le gouvernement pourrait seconder les efforts de l'activité privée, et supprimer les entraves qui paraissent y faire obstacle.

Pour faciliter notre tâche, nous demandons la permission de changer l'ordre des diverses parties et de

commencer par l'aperçu des progrès généraux accomplis depuis 1855 dans la construction des machines locomotives afin de préciser ensuite la part des exposants français dans ces progrès, et les mérites de chacun d'eux.



CHAPITRE I.

APERÇU SOMMAIRE DES PROGRÈS ACCOMPLIS DEPUIS L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1855.

Observations générales.

Les améliorations dans la construction des locomotives sont de diverses natures ; elles embrassent :

1° L'application des machines locomotives spéciales pour les différents services qu'elles ont à accomplir.

2° La mise en pratique des découvertes, des procédés et des dispositions nouvelles que la science ou l'esprit d'invention apportent à l'industrie en général.

Dans cette seconde catégorie se rangent les perfectionnements relatifs à la combustion, à la production de la vapeur et à son utilisation, à l'alimentation d'eau, ainsi que les améliorations qui résultent des progrès généraux dans la fabrication des métaux et qui ont pour but *l'amélioration du rapport entre la puissance et le poids en métal des machines*.

Spécialisation des machines express.

Nous les signalerons d'abord dans la construction des machines rapides (*express*) pour lesquelles une grande puissance est de plus en plus recherchée, par l'accroissement de la surface de chauffe et de l'adhérence.

L'exploitation des chemins de fer anglais est, sous ce rapport, dans la même voie que la France. Ses dernières machines ont atteint 100 mètres carrés en surface de chauffe, de 75 qu'elles avaient il y a quelques années. L'adhérence y est portée jusqu'à 13 tonnes sur l'essieu moteur. Mais on reconnaît que c'est la limite de charge sur un essieu.

La France avait depuis longtemps atteint ces deux limites de surface de chauffe et d'adhérence dans les machines express. Elle est aujourd'hui forcée d'en sortir. Sur un de ses principaux réseaux, celui du Nord, les machines actuelles ne suffisent plus aux conditions de puissance que le trafic exige. Une tentative nouvelle s'y produit donc pour les machines express : elle consiste dans l'augmentation du nombre des essieux moteurs, tout en leur laissant leur indépendance, sans laquelle les grandes vitesses ne peuvent être atteintes avec sécurité. En doublant le nombre des essieux moteurs, le poids de la machine peut être plus grand sans inconvénient pour la voie ; l'adhérence disponible est fortement augmentée, et ces conditions s'obtiennent en améliorant le rapport du poids brut, c'est-à-dire en at-

teignant une plus grande puissance, et en portant un approvisionnement plus complet à l'aide d'un moindre poids de métal.

Progrès dans la construction des machines express.

En dehors du système de construction et de la puissance des types express, l'exposition et les faits de l'exploitation des chemins de fer constatent un progrès sensible dans la construction elle-même de ces machines.

L'Angleterre a généralement adopté la disposition qui place les roues motrices entre les roues de support. La France a également adopté ce type, mais concurremment avec celui de M. Crampton.

Le caractère de ces progrès est la simplification de tous les organes et l'emploi de métaux plus résistants. Les bandages non soudés en acier fondu et laminé, les roues pleines en fer et en acier fondu sont exposées par un grand nombre d'établissements. Deux spécimens de roues motrices en acier fondu, de 2 mètres de diamètre, excitent l'attention. L'acier fait invasion dans les constructions mécaniques avec une incontestable supériorité sur le fer, et un caractère pratique qu'il est impossible de méconnaître. C'est un des faits significatifs de cette exposition ; et les conséquences ne tarderont pas à s'en étendre à la fabrication des essieux, bandages, roues et pièces de mouvement, aux générateurs, aux châssis et aux autres parties constitutives de la machine locomotive.

L'Autriche présente un spécimen de machine express dans lequel la stabilité est recherchée par l'emploi de quatre cylindres au lieu de deux, sur le même essieu moteur. L'essai en a été favorable ; le temps prononcera.

Machines à deux essieux couplés.

Quant aux machines à voyageurs à deux essieux moteurs couplés, elles ne se sont pas introduites comme express, dans l'exploitation anglaise sur les lignes où les trains ont une vitesse supérieure à celle des express français.

A ces vitesses, en effet, la bielle d'accouplement est fatiguée, et depuis que le poids sur les essieux moteurs a été porté à 13 tonnes, et la surface de chauffe à 100 mètres carrés, l'usage des machines à deux essieux moteurs pour le service des trains de grande vitesse a cessé de s'étendre en Angleterre.

Il n'en est pas de même en France. L'adhérence dont disposent les machines à deux essieux moteurs est précieuse pour le service des voyageurs sur les lignes dont les inclinaisons dépassent 6 millimètres. L'usage s'en est donc étendu, et leur surface de chauffe s'y est élevée, dans le type Engerth, à 125 mètres. Peut-être, sans l'inconvénient de l'accouplement, la Compagnie du Nord eût-elle appliqué ces machines aux express; mais la *voie* dans laquelle elle entre aujourd'hui, de l'emploi de deux essieux moteurs indépendants, aura l'avantage de ramener à un seul type les machines à voyageurs, en portant leur surface de chauffe à 166 mètres, tout en

conservant le poids servant à l'adhérence des machines à deux essieux couplés.

La Prusse offre un spécimen intéressant de ces machines à deux essieux couplés, dont elle a, sur un de ses réseaux, généralisé l'application à tous les services de grande et petite vitesse. Une bielle très-courte et excessivement légère frappe d'abord de surprise, mais l'expérience a prononcé.

Machines à six roues couplées.

Après les machines express, viennent dans l'ordre d'importance des changements accomplis, les machines à marche lente, dans lesquelles l'économie de poids, recherchée par Engerth sur l'ensemble de l'appareil, est continuée et augmentée par l'accroissement du nombre des essieux moteurs, ce qui permet à la machine de porter tout son approvisionnement, et d'utiliser l'adhérence du poids réparti sur tous les essieux.

Sous ce rapport, encore, l'exploitation des chemins de fer anglais continue à présenter avec celle des chemins du continent une différence capitale. Les machines à marchandises y sont à 3 essieux couplés seulement. Leur surface de chauffe ne dépasse pas 130 mètres, et le poids servant à l'adhérence y varie entre 32 et 34 tonnes; tandis qu'en France, les Compagnies du Nord, de l'Est, d'Orléans et du Midi, ont adopté les machines à 4 essieux couplés ayant 200 mètres environ de surface de chauffe, et un poids de 39 à 42 tonnes servant à l'adhérence. A cette limite même, le réseau du Nord a trouvé

l'adhérence insuffisante, et il introduit dans son exploitation, avec une surface de chauffe de 213 mètres, un poids servant à l'adhérence de 47 400 à 57 600 kilogrammes, réparti sur 6 essieux couplés par groupes de 3 essieux, mus chacun par une paire de cylindres.

L'Autriche envoie un spécimen très-remarquable d'une machine construite sur le type Engerth, dont les 5 essieux sont couplés et dont le poids sert à l'adhérence. L'articulation de la machine au tender, et l'accouplement des essieux de la machine à ceux du tender, y présente une disposition des plus ingénieuses, qui permet à la machine de circuler dans des courbes de 90 mètres de rayon, sans imposer aucune fatigue aux bielles d'accouplement. C'est un des types intéressants de la machine des pays de montagne.

La Belgique présente un spécimen de machine à marchandises, dans lequel le foyer disposé pour brûler la houille, système Belpaire, est appliqué. La Compagnie du Nord adapte ce système à ses derniers types de machines à grande et petite vitesse. Les Compagnies de l'Est et d'Orléans donnent la préférence au foyer du système Tembrinck. En Angleterre, où la combustion de la houille dans les foyers des locomotives se généralise de plus en plus, la plupart des dispositions, telles que la longueur du foyer Belpaire et le rabat du foyer Tembrinck, étaient depuis longtemps appliquées; on y ajoute le bouilleur longitudinal, et une disposition qui permet de piquer le feu en marche; mais c'est surtout par la diversité des solutions que le progrès se montre, en ce qui concerne le foyer.

L'appareil d'alimentation de M. Giffard reçoit une application de plus en plus générale sur les locomotives. Viennent ensuite les moyens employés dans le but de faciliter la circulation des machines sur les lignes accidentées : tels que les osselets, les ressorts horizontaux, les suspensions sur plan incliné, les attelages à articulation, et les tampons inclinés entre la machine et le tender.

Le mérite de ces améliorations diverses appartient à ceux qui ont le plus heureusement puisé en eux-mêmes, et dans les récentes découvertes de l'industrie en général, ce qui peut être assimilé aux machines locomotives, et à ceux qui ont su spécialiser le mieux les dispositions pour le service qu'elles ont à accomplir.



PROGRÈS ACCOMPLIS PAR LA FRANCE.

§ 1. Spécialisation des machines locomotives.

Machines à voyageurs. Locomotives à une paire de roues motrices.

Les machines à un essieu moteur ont, pour les grandes vitesses, une supériorité marquée sur celles à essieux accouplés. Elles ont donc été appliquées aux trains express et à ceux de voyageurs aussi longtemps que la limite de leur puissance l'a permis. Cette limite s'est trouvée dans le poids adhérent porté par les deux roues motrices, poids qui ne peut dépasser 13 tonnes sans altérer rapidement les bandages et la voie. Aussi la nécessité d'augmenter la charge des trains express a-t-elle fait passer successivement le poids adhérent des machines à roues libres par les phases suivantes :

Poids adhérent des machines à un essieu moteur sur les chemins de fer français.

Années.	Nord.	Est.	Orléans.
	tonnes.	tonnes.	tonnes.
1845 à 1850	11,0	9,08	7,06
1850 à 1855	12,0	10,25	11,45
1855 à 1860	12,5	»	12,33
1860 à 1862	13,6	»	12,96

La surface de chauffe qui est l'expression de la puis-

sance a suivi, dans ces machines une progression analogue.

Surface de chauffe des machines à un essieu moteur sur les chemins de fer français.

Années.	Nord.	Est.	Orléans.
	m. carr.	m. carr.	m. carr.
1845 à 1850	74,0	72,20	72,68
1850 à 1855	94,0	97,57	78,92
1855 à 1860	99,0	»	85,70
1860 à 1862	»	»	101,96

Cet accroissement dans la surface de chauffe et le poids adhérent, dont l'une est l'origine et l'autre la conséquence de la puissance des machines, ont eu pour but de porter le nombre de voitures des trains express, de 8 à 15 sur certaines lignes, de 8 à 12 sur d'autres, et enfin de 8 à 10 seulement sur le reste. Les circonstances du profil du chemin, du poids des véhicules et la nature du trafic, ont d'ailleurs une influence spéciale sur chaque partie du réseau; il ne faut pas oublier que le poids des véhicules de grande vitesse a toujours été en augmentant.

Deux types de machines ont servi et servent encore les trains express : l'un ayant son essieu moteur placé entre deux essieux de support; l'autre du système Crampton ayant son essieu moteur à l'extrémité d'arrière.

Tous deux ont leurs roues motrices chargées d'un poids de 5 tonnes 5 à 6 tonnes 5; ce dernier poids est un maximum, une limite qui semble ne pouvoir être dépassée, dans l'intérêt de la conservation des bandages et de la voie.

Or, sur le réseau du Nord de la France, cette limite ne suffit plus, en adhérence, à la traction des trains express

excédant 12 à 15 voitures. C'est au démarrage dans les gares, et sur les rampes, que la puissance des machines à un essieu moteur fait défaut sur les divers réseaux; la Compagnie du Nord a cherché une solution à cette difficulté dans l'emploi de deux essieux moteurs libres.

Locomotive à deux essieux moteurs accouplés ou libres.

Il convient, en effet, de sortir, pour les trains express, et sur certaines lignes, du type devenu impuissant des machines à un seul essieu moteur. Plusieurs Compagnies ont, dans ce but, adopté la machine à deux essieux moteurs accouplés. D'abord réservées aux trains ordinaires de voyageurs, et aux trains mixtes, ces machines ont été appliquées à l'express, mais avec une réduction notable dans la marche, parce que l'accouplement des essieux ne se prête pas aux grandes vitesses aussi bien que les essieux libres.

La bielle d'accouplement est un obstacle sérieux aux grandes vitesses. A la fatigue qu'elle éprouve en travail se joint celle qui provient de la force centrifuge. En outre, l'accouplement des essieux entraîne une perte de travail utile, correspondant aux frottements qui sont la conséquence de la solidarité des éléments conjugués, et à mesure que les roues accouplées s'usent et s'usent inégalement, cette perte s'accroît. C'est donc pour éviter le grave inconvénient de réduire la vitesse en augmentant le poids moteur adhérent, que la Compagnie du Nord a fait construire des machines express à deux es-

sieux moteurs indépendants (à 4 cylindres par conséquent), dans l'intention de concilier ainsi les plus grandes vitesses avec les trains les plus chargés et les arrêts les moins fréquents. Cette tentative est le fait capital qui s'opère en ce moment en France dans la transformation des machines rapides. Il peut exercer l'influence la plus favorable sur la brièveté des trajets à grande distance et sur l'économie des transports.

Comme expression de ces dispositions, nous comparons dans le tableau suivant les poids et surfaces de chauffe des machines à deux essieux accouplés et libres.

Poids adhérent et surface de chauffe des machines locomotives à deux essieux moteurs accouplés ou libres sur les chemins de fer français.

<table>
<tr><th rowspan="2">ANNÉES.</th><th colspan="2">Nord.</th><th colspan="2">Est.</th><th colspan="2">Orléans.</th></tr>
<tr><th>poids adhérent.</th><th>surface de chauffe</th><th>poids adhérent.</th><th>surface de chauffe</th><th>poids adhérent.</th><th>surface de chauffe</th></tr>
<tr><td></td><td>t.</td><td>m. car.</td><td>t.</td><td>m. car.</td><td>t.</td><td>m. car.</td></tr>
<tr><td>1845 à 1850........</td><td rowspan="2">15,2</td><td rowspan="2">74,00</td><td>14,5</td><td>64,67</td><td>17,2</td><td>83,00</td></tr>
<tr><td>1850 à 1855........</td><td>18,6</td><td>89,00</td><td>22,4</td><td>90,00</td></tr>
<tr><td>1855 à 1860........</td><td>22,4</td><td>125,00</td><td rowspan="2">21,5</td><td rowspan="2">99,00</td><td>20,4</td><td>116,00</td></tr>
<tr><td>1860 à 1862[1].......</td><td>21,4</td><td>164,00</td><td>23,93</td><td>128,00</td></tr>
</table>

1. Express et trains ordinaires.

Les machines dont les dimensions sont indiquées ici servent aux trains ordinaires de voyageurs et aux trains mixtes de voyageurs et de marchandises. Plusieurs sont appliquées aux trains express, mais à une vitesse, il est

vrai inférieure à celle des trains de même espèce remorqués sur d'autres lignes par des machines à un seul essieu moteur.

Nous citerons particulièrement comme un des meilleurs modèles la récente machine à deux essieux couplés de l'Ouest ayant 22 tonnes 4 de poids adhérent, et 113 mètres de surface de chauffe.

Pour les machines de cette catégorie, comme pour les précédentes, le poids adhérent est progressivement arrivé à sa limite. La surface de chauffe s'accroît également; mais dans la plupart des types à deux essieux moteurs couplés, la limite de la surface de chauffe est loin d'être atteinte.

Enfin, le type dont on espère obtenir tous les effets de l'express avec une plus grande puissance, est la machine en construction à deux essieux moteurs libres et à quatre cylindres du chemin de fer du Nord, ayant 21 tonnes 4 de poids adhérent, et 164 mètres de surface de chauffe, dont le dessin est exposé à Londres.

Locomotives à marchandises à trois essieux accouplés, à quatre essieux accouplés, et à six essieux accouplés par groupe de trois essieux.

L'influence des besoins du trafic sur la puissance et les dispositions des machines destinées au transport des marchandises, s'est montrée en France, d'une manière plus significative encore que dans les autres pays et que pour les services de grande vitesse.

Avant que l'altération rapide des rails et des bandages

résultant de charges de 6 tonnes 5 à 7 tonnes portées par des roues de faible diamètre, ne fût soupçonnée, c'était par l'accroissement du poids porté par chaque essieu que l'adhérence était augmentée. Mais lorsqu'on a reconnu que le fer de la voie, et l'acier des bandages accouplés imposaient une limite de charge de 5 tonnes à 5 tonnes 1/2 aux roues de faible diamètre, on s'est rejeté sur le nombre des essieux accouplés : de 3 on est passé à 4, et de 4 la Compagnie du Nord vient de passer à 6 par l'accouplement de 2 groupes de 3 essieux.

Les accroissements de puissance ainsi obtenus successivement sont résumés dans l'état suivant, qui indique la surface de chauffe et le poids adhérent des locomotives ayant 3 essieux accouplés, et plus sur les chemins de fer français.

ANNÉES.	Nord.		Est.		Orléans.	
	poids adhérent.	surface de chauffe.	poids adhérent.	surface de chauffe.	poids adhérent.	surface de chauffe.
	t.	m. car.	t.	m. car.	t.	m. car.
1845 à 1850........	23,2	74,0	24,6	86,0	22,3	68,80
1850 à 1855........	25,0 23,9	86,0 126,0	26,8	100,49	28,9	113,94
1855 à 1860........	33,6 40,3	124,0 197,0	29,5 39,4	99,20 196,39	30,7 37,0	136,71 140,49
1860 à 1862........	38,4 52,5	164,0 219,0	30,95	124,70	38,0	209,00

On voit que, depuis l'établissement des Chemins de fer en France, la puissance des machines destinées au trans-

port des marchandises, s'est augmentée dans le rapport de 1 à 3 pour la surface de chauffe, et dans celui de 1 à 2 tonnes 5 pour le poids servant à l'adhérence.

Un premier type universellement adopté, mais insuffisant en puissance, est celui de la machine à trois essieux moteurs. Ce type est arrivé à la limite de charge sur ses essieux (10 à 12 tonnes; ensemble, 33 à 35 tonnes), c'est-à-dire à sa limite d'adhérence. Sa surface de chauffe ne s'élève guère à plus de 135 mètres carrés; il a dit son dernier mot pour les lignes où le trafic exige des machines plus puissantes.

Un second type est celui des machines à quatre essieux moteurs, isolés ou non de leur tender. Le poids servant à l'adhérence s'y élève entre 43 et 44 tonnes dans les machines isolées adoptées par les Compagnies d'Orléans et du Midi, en construction dans les ateliers de M. Cail et Cie et dont un dessin est exposé ; et à 39 ou 40 tonnes dans les machines dont le foyer s'appuie en partie sur le tender (système Engerth). La surface de chauffe n'a pas dépassé dans ces types 209 mètres carrés.

Enfin, un troisième type est présenté par la Compagnie du Nord : il est à six essieux couplés par deux groupes de trois essieux ; le poids servant à l'adhérence y est de 57 600 k. et la surface de chauffe de 219 mètres.

Les faits qui précèdent révèlent un progrès continu et très-manifeste dans la mise en relation des machines avec les nécessités du trafic de chaque ligne de fer. Ce progrès ne se dessine pas par le choix d'un type unique approprié aux conditions quelles qu'elles soient du trafic. Loin de là les dispositions diverses se succèdent

dans chacune des trois classes de locomotives ; le champ s'agrandit; mais c'est surtout depuis la dernière exposition que l'initiative se montre plus hardie et plus sûre, et il n'est pas contestable que, depuis l'année 1855, le prix de revient du transport des marchandises ait notablement baissé par l'influence de l'accroissement de puissance de machines.

C'est ici le lieu d'insister sur les graves difficultés qui résultent pour la France de la nature du combustible.

A égalité de dimensions du foyer, le combustible anglais produit plus de vapeur ; il la produit plus vite, plus régulièrement, plus à la volonté du mécanicien; il exige moins d'attention, de soins et de nettoyages de la grille. Nos ingénieurs et nos constructeurs n'évitent donc l'inconvénient de l'emploi du combustible français qu'en accroissant les dimensions des foyers. Or, les conséquences pour la France de cette infériorité sont d'autant plus graves, que le foyer est, parmi les parties constitutives de la locomotive, la plus difficile à placer, dans le système général de la machine considérée comme véhicule. Cette difficulté s'est agrandie depuis que l'emploi de la houille a nécessité des foyers plus spacieux et des grilles plus longues.

L'inconvénient de placer le foyer en porte à faux en lui donnant de grandes dimensions en longueur et hauteur avait décidé M. Engerth à faire reposer l'arrière de la machine sur le tender. Aujourd'hui les Compagnies d'Orléans et du Midi entreprennent d'isoler la machine du tender, l'une en employant le foyer Tembrinck et en

lui donnant, grâce au bouilleur intérieur, $10^{m},40$ de surface de chauffe (c'est la machine en construction chez MM. Cail et Cie et exposée en dessin par la Compagnie d'Orléans); l'autre en adoptant un grand foyer et une grande longueur de grille ($1^{m},90$). Le générateur de la machine construite chez MM. Cail et Cie, pour la Compagnie du Midi, est en tôle d'acier fondu de 10 millimètres d'épaisseur au lieu de 15 qu'on eût été obligé de donner si la chaudière eût été en fer, son diamètre étant de $1^{m},50$.

C'est là une des premières applications de l'acier qui aient été faites à l'ensemble de la construction du générateur.

Plusieurs types se sont en outre produits, dans lesquels le foyer est placé non-seulement *sur* les essieux, mais *au-dessus même des roues*, de telle sorte que la hauteur seule en est limitée. C'est une des solutions les plus radicales de la difficulté relative à la dimension des foyers des locomotives à marchandises. L'expérience en a consacré le succès dans les machines à fortes rampes de la Compagnie du Nord. La France a pris cette initiative.

Telle est la part de la France dans le progrès général, en ce qui concerne la spécialisation des locomotives.

---

§ 2. Applications des découvertes de la science, ou de l'industrie en général, à la construction des locomotives.

L'application aux locomotives des découvertes que la science ou l'esprit d'invention apportent à l'industrie en général, constitue un progrès lent, mais très-apparent.

L'amélioration continue des matières premières, particulièrement des métaux, quant à leurs conditions de résistance et d'emploi, et à leur prix, en est une première cause.

Les progrès des sciences mécaniques et de la physique sont une seconde cause, également permanente et efficace.

Enfin, le flot des inventions qui sort journellement de l'*immense mer* d'activité industrielle en est la troisième.

Il ne semble pas douteux que la propagation facile des faits et des règles qui constituent aujourd'hui l'art de construire les locomotives et d'en adapter les dispositions aux services qu'elles ont à effectuer, n'ait fait marcher partout à la fois le progrès du même pas. Cependant nous aurons à rechercher si, entre les nations exposantes, il en est qui ont utilisé les chemins de fer sous le double rapport de la *rapidité et de l'économie des transports*, avec une supériorité marquée.

Cette supériorité se mesure d'abord par les difficultés

que chaque nation a eu à vaincre; examinons celles qui incombent à la France.

Pour *la rapidité de marche des machines*, deux nations seules entrent en concours : l'Angleterre et la France. On reconnaîtra sans doute que la somme des intérêts qui exigent *la rapidité absolue* des communications est relativement moindre en France qu'en Angleterre, parce que l'activité industrielle des populations y est moins grande proportionnellement à la surface territoriale ; mais, par suite des longues distances à franchir, la France doit répondre à des exigences de vitesse fort impérieuses.

De plus, la brièveté des trajets, l'excellente qualité du combustible, permettent en Angleterre l'usage d'appareils de moins fortes dimensions et de moindre puissance qu'en France, où les longs trajets obligent les trains express à recueillir sur leur passage tous les voyageurs qui veulent participer aux avantages de la vitesse.

Expliquons-nous sur la brièveté relative des trajets. En Angleterre, sur les trois chemins de fer où la rapidité absolue des trains express est supérieure à celle des trains de même espèce sur nos six grandes lignes, ces trains rencontrent de grandes cités; mais, à mesure qu'ils se rapprochent de Londres, les villes ayant déjà été desservies par des trains rapides et nombreux, l'express ne s'arrête plus, et la composition du train ne dépasse pas, à son arrivée à Londres, le poids de dix de nos lourdes voitures.

En France, il en est autrement : l'express se complète,

et son poids en voyageurs et en voitures s'accroît à chaque ville qu'il traverse, de telle sorte que, sur les derniers 200 kilomètres de son arrivée à Paris, son poids dépasse de beaucoup celui des trains express anglais.

La France rencontre donc des difficultés plus *grandes* que l'Angleterre pour l'établissement des trains rapides. Nous aurons à comparer sur ce point les moyens dont ces deux nations disposent et ceux qu'elles ont employés.

Quant au transport des choses, la condition principale est *l'économie*. L'Angleterre a encore ici l'avantage des courtes distances, et celui, en outre, d'une participation considérable de la navigation maritime dans ses transports, et de voies navigables plus perfectionnées que partout ailleurs; le rôle des chemins de fer y est plus partagé et par conséquent plus facile.

La France et les nations continentales exigent des chemins de fer (à très-peu d'exceptions près), pour les *choses* comme pour les *personnes*, des transports à longue distance. Le prix du transport y constitue, pour les produits de la terre, pour les produits minéralogiques et pour les matières premières de l'industrie sur les lieux de consommation et d'emploi, une part plus forte dans le prix total qu'en Angleterre. *L'économie des transports* y est donc plus impérieuse.

Nous avons à voir comment chaque nation aura répondu à ce grand intérêt.

Tel est l'ensemble de notre étude; nous commencerons par l'application aux locomotives des découvertes de la science et de l'industrie en général.

Combustion. Foyers.

Ce qui s'offre en première ligne à l'attention et comme *intérêt* principal entre les éléments du prix des transports par chemin de fer, c'est l'emploi du combustible. On demande aujourd'hui aux foyers des locomotives de brûler complétement toute espèce de houille; on ne veut rien perdre des gaz combustibles ou de la fumée produite dans certaines phases de la combustion; on tient, en outre, à conserver à ces foyers leur élasticité, c'est-à-dire la faculté d'y proportionner l'activité de la combustion au travail à produire, faculté dont ils jouissent spécialement et qui est due à la relation qui existe entre l'échappement de la vapeur et la résistance qu'éprouve la machine.

Ces deux conditions sont essentielles en effet, et à ce point de vue il faut reconnaître que la disposition de foyer qui les réunirait et qui, d'un autre côté, permettrait l'emploi de la houille sous la forme qui s'obtient au plus bas prix, devrait prendre le premier rang.

Ce rang appartiendrait aujourd'hui à la Belgique pour le foyer Belpaire. Nous en indiquerons le mérite en son lieu.

La France présente à l'exposition, à part l'application du foyer Belpaire, deux dispositions de foyers fumivores: le foyer de M. Tembrinck et celui de M. Toni-Fontenay.

Ces messieurs étant exposants, nous renvoyons la description de leurs appareils à la partie de ce rapport qui les concerne.

Les avantages de l'emploi de la houille au lieu de coke sont aujourd'hui manifestes, tant au point de vue de l'économie que de la facilité d'activer la combustion. L'innocuité, en ce qui concerne la fumée, est préalablement indispensable pour le service des voyageurs, et cette innocuité est obtenue sinon complétement, au moins suffisamment par les appareils fumivores de MM. Tembrinck et Toni-Fontenay avec l'emploi de certaines houilles. Mais ce n'est pas là une de ces solutions que l'industrie puisse considérer comme définitives. La fumivorité n'est, en effet, qu'un côté de la question. Il est encore à craindre qu'elle ne soit obtenue au prix d'un certain ralentissement de la combustion qui ferait perdre au foyer de la locomotive une partie de cette élasticité qui doit être sa condition première. Les faits établissent que la diversité si grande des houilles, que leurs divers états, *gros, tout venant ou menu*, amèneront une variété correspondante dans les dispositions des foyers. La France n'est pas heureusement partagée sous le rapport des qualités de houille; non-seulement ces qualités et celles du coke qui en provient la frappent d'infériorité, mais les divers bassins houillers diffèrent notablement entre eux quant à la nature de la houille. Il est donc indispensable que les appareils y offrent plus qu'ailleurs des dispositions spéciales suivant la nature du combustible. Dès à présent, il en est ainsi; le foyer à coke actuel suffit presque sans changements à l'emploi de certaines espèces de houille peu fuligineuses, et nous voyons qu'en Angleterre, de simples chicanes ayant pour effet de mêler les gaz produits

avec l'air atmosphérique, suffisent aussi pour obtenir la fumivorité. En ceci donc il n'est pas douteux que la nature de la houille entre pour beaucoup dans les moyens d'obtenir la fumivorité.

Par ces motifs et en présence de la diversité des houilles dont les réseaux français disposent, on peut conclure que les foyers Tembrinck et Toni-Fontenay constituent une amélioration digne d'encouragement; le premier est de beaucoup le plus complet; il a trouvé des partisans parmi les ingénieurs les plus compétents par leur expérience personnelle. La Compagnie d'Orléans en fait une très-large application; mais ces appareils ne peuvent être considérés comme le dernier mot de l'emploi de la houille dans les foyers des machines locomotives.

Ces observations seront corroborées par les faits que nous aurons à produire à propos de l'exposition des machines locomotives anglaises.

Production et utilisation de la vapeur.

Les foyers considérés au point de vue de la combustion ne composent qu'une partie du générateur. Nous examinerons ici le générateur dans son ensemble pour étudier les progrès réalisés par les dispositions propres à assurer le mieux l'abondante production et l'utilisation de la vapeur.

L'étude de la production de la vapeur, en ce qui concerne les proportions convenables des dimensions des foyers avec les sections et les surfaces tubulaires, a fait

un progrès qui, quoique peu sensible, n'en mérite pas moins d'être constaté. Les ingénieurs sont aujourd'hui en possession de données plus sûres quant aux relations de la section tubulaire avec la nature du combustible à brûler, comme aussi quant à la surface tubulaire et au choix à faire entre le nombre, le diamètre et la longueur des tubes.

C'est ainsi qu'il résulte d'expériences et d'observations suivies par la Compagnie du Nord, que le rapport à établir entre la section totale des tubes et la section des passages d'air de la grille, dépend de la nature du combustible et de l'activité à donner à la combustion, et que ce rapport doit avoir pour but principal de ne pas apporter d'obstacle au tirage, afin de ne pas diminuer l'effet utile de l'échappement de la vapeur.

La Compagnie d'Orléans, de son côté, s'est attachée avec persévérance à rechercher le rapport convenable entre la section totale des tubes et la surface de la grille, dans le cas d'emploi du coke, et elle s'est arrêtée au rapport de 1 à 5. C'est d'après ces données que les dimensions de ces parties de la machine exposée en dessin par cette Compagnie (machine à quatre essieux couplés en construction chez MM. Cail et Cie) ont été déterminées.

En ce qui concerne la surface tubulaire, *tous sont d'accord* que le rapport entre le diamètre, la longueur et le nombre des tubes doit assurer le refroidissement des gaz produits par la combustion, et ce résultat si désirable dans l'intérêt de l'économie de la combustion est maintenant généralement obtenu. Dans la plupart des

cas, la longueur des tubes résulte de dispositions qui dictent la relation de la machine avec la voie, c'est-à-dire l'écartement de ses essieux, la répartition du poids sur les essieux, la stabilité recherchée, etc. La preuve la plus significative à cet égard est donnée par l'exposition.

La Compagnie du Nord expose deux types de machines ayant 166 mètres et 213 mètres de surface de chauffe. Dans le premier, le nombre des tubes est de 356; dans le second, il est de 435. Dans les deux types, le diamètre est de $0^m,040$, la longueur de $3^m,50$; tandis que dans la machine Engerth du Nord et dans les machines de 205 mètres de surface de chauffe d'Orléans et du Midi, le nombre des tubes est de 235 à 250, leur diamètre de 0,055, et leur longueur 5 mètres à $5^m,10$; la différence entre les surfaces de chauffe des deux types n'est que de 5,5 pour 100. Dans ces conditions, la courte longueur des tubes a pour effet d'opérer aussi efficacement le refroidissement des gaz produits par la combustion. L'expérience paraît avoir prononcé à cet égard, puisque la machine à fortes rampes, ayant des tubes de $3^m,50$, fonctionne depuis plusieurs années et que la Compagnie persiste dans ce type.

Le tirage a été aussi, de la part de la Compagnie du Nord, l'objet d'études qui permettent enfin de poser quelques données plus précises sur le rapport du diamètre des cheminées à leur hauteur et à la position de l'orifice d'échappement à la base.

L'une des améliorations qui peuvent être signalées pour la première fois avec un succès pratique et sur une

grande échelle, est l'application des sécheurs ou surchauffeurs de vapeur dans les locomotives.

L'inconvénient principal des générateurs de locomotives est la forte portion d'eau que la vapeur entraîne avec elle. L'expérience semble établir que cette quantité d'eau varie entre $\frac{1}{6}$ et $\frac{1}{8}$ du poids total de l'eau qui entre dans le générateur. Jusqu'à ce jour, l'application des surchauffeurs aux locomotives n'a pas présenté les inconvénients qui se sont quelquefois manifestés dans les machines marines. Quand l'emploi de la vapeur est diminué et que sa température s'élève fortement, les garnitures des pistons et des stuffing-box peuvent être altérées ; mais cet effet ne se produit pas dans les machines locomotives dont les garnitures sont métalliques.

Dans les générateurs des locomotives, la quantité d'eau contenue est, proportionnellement à la surface de chauffe, beaucoup plus faible que dans les générateurs des machines fixes. Il en est de même des réservoirs de vapeur; d'où il résulte que l'ébullition y est plus tumultueuse et la quantité d'eau entraînée plus considérable, le courant de vapeur étant plus actif. En outre, comme la pression s'élève aujourd'hui à neuf atmosphères, il ne faut pas, à la densité correspondante à cette pression, une grande vitesse d'écoulement pour que l'eau se mêle à la vapeur. Le sécheur de vapeur semble donc devoir être un accessoire indispensable des machines de grande puissance, destinées, la plupart du temps, à fonctionner au maximum de leur production de vapeur, avec de très-lourds chargements, gagnant en vitesse sur les parties horizontales et les pentes, perdant en vitesse, mais

gagnant en pression sur les rampes. La surface de chauffe qui est attribuée au sécheur est de 7 à 8 pour 100 de la surface totale. Il est placé immédiatement avant la cheminée et à l'extrémité de la partie tubulaire de la chaudière, où les gaz, déjà refroidis par leur parcours, n'ont pas une température supérieure à 250°.

Quant aux améliorations constatées depuis 1855 dans l'utilisation de la vapeur des machines fixes par l'emploi d'enveloppes autour des cylindres et des couvercles, enveloppes dans lesquelles la vapeur de la chaudière circule, elles n'ont encore été appliquées que très-exceptionnellement aux locomotives, et cela s'explique en partie par l'accroissement de poids qui en serait la conséquence.

Au contraire, les machines locomotives ont transmis aux machines fixes leurs appareils de distribution et de détente. Le perfectionnement le plus récent de ces appareils dans les locomotives consiste dans la disposition mécanique du levier de changement de marche qui permet de manœuvrer avec précision et facilité les tiroirs de la plus grande dimension et de les mettre au point de détente qu'il convient au mécanicien de choisir.

Alimentation des générateurs.

L'application de l'injecteur Giffard aux locomotives constitue une des plus heureuses simplifications récemment introduites dans ces machines. L'inconvénient qu'il présente de ne pas permettre d'élever la température de l'eau dans le tender, par la vapeur perdue, est de mé-

diocre importance pour les machines faisant de longs trajets sans stationnement intermédiaire. La température de la vapeur qui entraîne l'eau dans le générateur est d'ailleurs utilisée, puisqu'elle élève celle de l'eau introduite. Les mécaniciens expérimentés règlent, pendant le stationnement en gare, leur feu à l'aide des portes du cendrier et de la cheminée, de façon à éviter l'élévation inutile de la pression, et le souffleur leur permet de la relever au besoin avec une grande rapidité. L'emploi de l'injecteur Giffard ne donne donc pas lieu à des pertes de combustible.

Le mérite de cet appareil sera sans doute décrit dans la classe des générateurs fixes, dont il est devenu, pour ainsi dire, l'accessoire obligé. Mais cela ne nous dispense pas de constater que son application aux locomotives est une amélioration toute française et de très-grande importance.

Réduction du poids inutile des machines locomotives.

Dans la construction des locomotives, on fait servir le métal, 1° à la production de la vapeur; 2° à transmettre la puissance aux roues motrices; 3° à supporter la machine sur la voie.

Ces divers buts doivent être atteints avec la moindre quantité possible de métal, en ce sens que ce qui est économisé sur les deux derniers emplois peut être reporté sur le premier, qui constitue la puissance de la machine. C'est ainsi que la surface de chauffe peut être augmentée, dans un certain rapport, avec les éco-

nomies de poids réalisées sur l'appareil mécanique considéré comme véhicule et comme utilisateur de la vapeur.

L'augmentation de puissance des locomotives a pour condition l'accroissement de la surface de chauffe, en même temps que celui de l'approvisionnement d'eau et de combustible, afin de mettre les machines à même de franchir les plus longues distances possibles sans arrêt inutile ; il importe donc de consacrer à ce double objet la plus forte part du métal, et il ne faut pas s'étonner qu'à mesure que l'on demande plus de puissance aux locomotives, il y ait un intérêt plus pressant à employer le métal le plus résistant. Cet intérêt explique l'empressement avec lequel les constructeurs ont appliqué, depuis la dernière exposition, les diverses qualités d'acier que les progrès de la fabrication ont successivement produits. Ces applications ont reçu la sanction de l'administration publique en ce qui concerne les épaisseurs des tôles servant à la construction des générateurs. Il y a là, avant tout, un intérêt de sécurité publique.

L'emploi de l'acier fondu, essayé depuis longtemps pour la fabrication des tiges de piston et des glissières, s'est faiblement étendu, depuis, aux bielles d'accouplement et aux pièces de la distribution, mais bien davantage aux essieux coudés et droits, et il s'est généralisé pour les bandages des roues motrices. Cette dernière application est d'autant plus utile que, l'accouplement des roues exigeant l'égalité des diamètres, la résistance du métal tend à prolonger la durée de cette condition

essentielle. Mais il faut reconnaître que l'inégalité dans les qualités est encore un grave obstacle à cette utile substitution de l'acier au fer.

L'exposition constate une infériorité manifeste de la France au point de vue de la fabrication de l'acier. L'Allemagne d'abord, l'Angleterre ensuite, exposent des produits en acier fondu et martelé qui doivent exercer sur la construction des locomotives l'influence la plus favorable.

Quant à l'emploi du fer lui-même, partout où il peut se substituer à la fonte ou s'améliorer par le perfectionnement de la fabrication, le progrès est très-apparent. Il se montre dans la fabrication des roues en fer forgé, où le moyeu, les rais, le cercle, la manivelle et le contre-poids font partie du même bloc; dans la fabrication des longerons, qui évite les assemblages des plaques de garde, des boîtes à graisse, etc.

Rien ne rend mieux compte des progrès accomplis depuis la dernière exposition que la comparaison du poids des machines par mètre carré de surface de chauffe, qui est l'expression réelle de leur puissance.

Depuis 1855, ce poids est descendu, pour les machines à voyageurs, de 480 à 290 kilogrammes, et pour les machines à marchandises, de 382 à 262 kilogrammes, y compris un approvisionnement qui permet de franchir sans arrêt les plus grandes distances.

Ces chiffres ressortent du tableau suivant:

TABLEAU REPRÉSENTANT LA DIMINUTION PROGRESSI

SURFA

NOMS DES MACHINES.	ANNÉES de construction.	NOMBRE d'essieux-moteurs.	SURFACE de chauffe.	POIDS A VIDE de la machine et du tender.
				MACHINES A
Système Stephenson	1846	1	74²,00	27,100
Buddicom	1846	1	62,58	22,200
Crampton	1849	1	100,00	32,400
South-Eastern	18 .	1	103,00	34,000
Crampton (nouvelles)	1859	1	97,39	34,300
Sturrock (Great-Northen)	1860	1	98,00	45,250
Mac-Connell (exposée)	1862	1	80,00	39,500
Ramsbottom (N.-W.) (exposée)	1862	1	92,90	38,500
Neilson et C° (exposée)	1862	1	100,00	37,800
Haswell (exposée)	1862	1	124,92	39,700
4 cylindres. Comp. du Nord	1862	2	167,00	35,600
				MACHINES
Stephenson (transformée)	1849	2	74,00	29,200
— (exposée)	186.	2	96,75	38,000
Engerth	1856	2	125,00	36,300
				MACHINES A
Bourbonnais	1858	3	133,00	36,650
Petites (système Stephenson)	1846	3	74,00	29,400
Moyennes Creusot	1852	3	126,00	38,900
Engerth (grosses)	1850	4	197,00	45,800
— (exposée)	1862	5	122,91	35,174
Fortes rampes	1859	4	124,00	27,100
— (nouvelles)	1862	4	167,00	31,700
Orléans et Midi (nouvelles)	1862	4	209,40	52,000
4 cylindres, 6 essieux couplés	1862	6	219,00	42,500

1. La différence de 4 kilos avec le poids de la machine à fortes rampes surface de chauffe, puisque l'approvisionnement d'eau entre pour 12 kil. de

U POIDS DES MACHINES LOCOMOTIVES PAR MÈTRE DE
E CHAUFFE.

POIDS D'EAU (Machine et tender.) Combustible et Outils.	POIDS avec l'approvisionnement d'eau et de combustible.	POIDS par mètre de surface de chauffe à vide.	avec les approvisionn^{s}.	OBSERVATIONS.
VOYAGEURS.				
8,600^{k}	35,700^{k}	366^{k}	483^{k}	
7,600	29,800	357	480	
11,400	43,800	324	438	à 7 atmosphères.
11,000	45,000	330	436	
12,000	47,200	354	477	à 8 atmosphères.
16,400	61,650	462	630	à 9 atmosphères.
14,500	54,000	454	675	à 9 atmosphères. — London et North-Western.
15,000	53,500	415	575	London and North-Western. — 9 atmosphères.
15.200	53,000	378	530	Caledonian Railway.
19,330	59.030	316	471	
12,750	48,350	213	290	
MIXTES.				
8,600	37,800	395	510	Nord.
15,300	53,300	383	530	North-Eastern Company.
11,100	47,400	290	378	
MARCHANDISES.				
14,350	51,000	275	382	
9,600	39,000	397	527	
13,900	52,800	308	419	
17,000	62,800	232	319	
11,576	46,750	286	380	
9,500	36.600	218	295	
11,500	43,200	182	258	Sécheur allongé. — 9 atmosphères.
17,500	69,500	249	339	
15,100	57,600	194	262 [1]	

nouvelle n'indique pas une infériorité dans le rapport du poids brut à la plus dans cette machine.

Ainsi, il est dès à présent permis de constater, comme un des traits distincts de cette exposition, une réduction très-sérieuse du poids inutile des machines locomotives, et il y a lieu d'attendre encore de nouveaux progrès dans cette voie.

Ici se termine la première partie de notre étude sur les améliorations réalisées dans la construction des machines locomotives. A part le foyer Belpaire, qui n'est pas d'invention française et dont nous parlerons à propos de l'exposition belge, nous avons dit quel était le tribut des découvertes générales de l'industrie que les constructeurs français exposants de machines locomotives se sont assimilées.



CHAPITRE II.

PRÉCIS DES MÉRITES SPÉCIAUX CONSTATÉS CHEZ LES EXPOSANTS NATIONAUX ET ÉTRANGERS.

Exposition Française.

L'exposition française se compose, en ce qui concerne les machines locomotives, de huit machines, dont cinq produites en dessin.

Il y a deux machines à voyageurs, et six machines à marchandises.

Les exposants sont :

1° N° 1012. La Compagnie du chemin de fer d'Orléans (cette Compagnie expose une machine à voyageurs, foyer Tembrinck, et les dessins d'une machine à marchandises, foyer Tembrinck).

2° N° 1022. MM. J. F. Cail et Cie; Parent, Schacken, Caillet et Cie, exposent une machine à trois essieux couplés, destinée au chemin de fer d'Orléans (foyer Tembrinck).

3° N° 1025. MM. J. J. et A. Meyer sont au catalogue pour les dessins d'une machine locomotive dite de grande puissance (ces dessins n'ont été produits qu'en juillet).

4° N° 1032. La Compagnie du chemin de fer du Nord expose : 1° une machine à marchandises, dite à fortes rampes (foyer Belpaire); 2° les dessins d'une machine à voyageurs express, en construction, à quatre cylindres et à deux essieux moteurs (foyer Belpaire); 3° les dessins d'une machine à marchandises, en construction, à quatre cylindres et six essieux moteurs couplés par groupes de trois (foyer Belpaire).

5° N° 1040. Mme veuve Polonceau expose le modèle d'une machine à marchandises à huit roues couplées.

6° Comme accessoires de cette exposition, M. Tembrinck est signalé au catalogue, à l'article de la Compagnie d'Orléans, pour le système de foyer qui porte son nom.

7° N° 1029. M. Toni-Fontenay expose les dessins d'un foyer fumivore de locomotive.

Nous décrirons les détails importants de cette intéressante exposition.

N° 1012. Compagnie du chemin de fer d'Orléans. M. Forquenot, ingénieur en chef du matériel et de la traction.

Machine à voyageurs, construite dans les ateliers de cette Compagnie sous la direction de M. Forquenot. Cette machine est munie d'un foyer Tembrinck, décrit plus loin à l'article relatif à cet exposant.

Pour faciliter le passage de la machine dans les courbes, les boîtes à graisse de l'essieu d'avant ont un jeu latéral de 20 millimètres, et sont munies de l'appareil à osselets de M. C. Polonceau, qui permet le déplace-

ment de l'essieu à l'entrée des courbes, et le ramène à sa position normale en rentrant sur les lignes droites. Pour concourir au même résultat, la machine et le tender sont en contact au moyen de tampons obliques.

L'alimentation de la chaudière se fait au moyen d'un injecteur à vapeur, système breveté de M. Giffard, avec disposition spéciale de M. Pradel, dont le principal avantage est de simplifier la construction en supprimant le mouvement destiné à régler le débit de l'eau. La tige qui pénètre dans le tube d'arrivée sert de guide au jet de vapeur et d'eau. Le débit est à la vérité invariable, mais il n'en résulte pas d'inconvénient pour le service. Cet appareil coûte à peu près moitié du Giffard ordinaire.

Les fusées des essieux sont graissées à l'huile, au moyen de tampons graisseurs placés dans le dessous des boîtes.

Les cylindres sont extérieurs, ainsi que tout le mécanisme de la distribution. La machine pèse :

A vide	25 960^{k}
En service	28 940

Cette charge est répartie de la manière suivante :

Sur l'essieu moteur	11 610 à 12 690^{k}
— d'avant	9 630 à 10 850
— d'arrière	4 720 à 5 400

Les dimensions principales sont :

Diamètre des roues motrices	2^{m}00
— des pistons	0 40
Course des pistons	0 65
Écartement des essieux extrêmes	4 30
Surface de chauffe du foyer	9^{m2}00
— — des tubes	92 00
Surface de chauffe totale	101^{m2}00

Les roues de support pleines, en fer, sont forgées par le procédé Arbel. Les bandages sont en acier naturel d'Allevard. Les essieux, en fer fin, sont fabriqués par MM. de Dietrich et Cie.

Les tôles, fournies par MM. Petin, Gaudet et Cie, ont les dimensions suivantes :

Viroles de la chaudière cylindrique :

Longueur....... 3m93 Largeur....... 1m78

Enveloppe du foyer d'une seule pièce :

Longueur....... 4m90 Largeur....... 1m60

Les pièces de cuivre du foyer et les tubes sont fournis par MM. Laveissière et fils. Ces tubes sont d'une construction simple, qui a pour but d'en augmenter la durée.

Dessins d'une machine à marchandises à huit roues couplées, en construction dans les ateliers de MM. J. F. Cail et Cie, pour le chemin de fer d'Orléans.

Cette machine présente les particularités suivantes :

L'application du foyer Tembrinck, dont les dimensions sont :

Longueur de la boîte à feu (extérieurement.....	1m	700
Largeur....................................	1	170
Longueur intérieure du foyer (moyenne. { haut / bas. }	1	500
Largeur — { Au bas...............	0	970
Largeur — { A l'axe de la chaudière..	1	280
Hauteur du foyer au-dessus de la boîte (grille inclinée) moyenne.........................	1	480
Surface de chauffe du foyer..................	10m²	4040
Les chiffres suivants complètent les données relatives à la surface de chauffe.		
Longueur des tubes entre les plaques tubulaires.	5	115

Diamètre extérieur des tubes..................	0m 050
Nombre des tubes...........................	259 »
Surface de chauffe des tubes..................	199m² »
— totale....................	209 4040

Les autres dimensions les plus intéressantes de la machine, sont :

Surface de la grille.........................	1m²5520
Diamètre des 4 roues couplées de..............	1m 287
Écartement des essieux extrêmes...............	4 080
Diamétre des cylindres........................	0 500
Course des pistons...........................	0 650
Volume de l'eau dans la chaudière.............	5m³ 100
— de vapeur...................	2 800
Timbre de la chaudière.......................	8 .
Poids de la machine vide.....................	37 500k
Poids — pleine.....................	43 000
Effort de traction à la circonférence des roues...	11 890

La Compagnie du Midi a également adopté ce type, mais en ajournant l'application du foyer Tembrinck.

En se décidant à faire construire vingt des puissantes machines dont les détails précèdent, la Compagnie d'Orléans est entrée dans la voie que le chemin de fer du Nord avait ouverte pour les machines Engerth à huit roues couplées.

C'est là un des points les plus dignes d'attention dans l'exposition de cette Compagnie[1].

1. La Compagnie du chemin de fer du Nord de l'Espagne a adopté la machine à huit roues couplées pour le service des fortes rampes. En voici les dimensions principales :

Boîte à feu.	Longueur extérieure...............	1m 730
	Largeur..........................	1 390
	Hauteur totale....................	2 225

Les ateliers de la Compagnie d'Orléans se sont d'ailleurs toujours distingués par un grand soin d'exécution des machines. L'habile direction de M. Polonceau a été continuée par son successeur M. Forquenot.

On doit également signaler, à titre de mérite spécial de ces ateliers, les bonnes proportions de la machine à voyageurs.

Dans ses divers types, M. Forquenot a conservé, amélioré même les proportions habituelles entre les volumes

Foyer.	Longueur intérieure à la partie inférieure	1m	553
	Largeur	1	214
	Hauteur du dessus de la grille au ciel du foyer	1	655
	Hauteur du dessus de la grille au premier rang de tubes	0	825
	Surface de la grille	1m²	8853
Tubes.	Nombre de tubes	»	208
	Diamètre intérieur des tubes	0m	046
	Longueur entre les plaques tubulaires	5	117
	Section des tubes (des 208)	0m	3456
Surface de chauffe.	Surface de chauffe du foyer	10m²	0320
	— des tubes	155m²	5800
	— totale	165m²	6120
Capacité de la chaudière.	Eau, 12cm sur le foyer	4m³	050
	Vapeur	2	100
Chaudière.	Diamètre intérieur du corps cylindrique	1m	440
	Longueur totale de la chaudière	7	815
Cheminée.	Hauteur de la cheminée au-dessus du rail	4	200
	Diamètre intérieur de la cheminée	0	490
Cylindres et pistons.	Diamètre des cylindres	0	500
	Course des pistons	0	600

d'eau et de vapeur dans le générateur d'une part, et la surface de chauffe de l'autre.

Les chiffres suivants offrent à cet égard un intérêt réel.

		Volume d'eau par m. carré.	Vol. de vapeur.
		litres.	litres.
Machines à voyageurs....	1852	22	19
	1855	27	12
	1862	27	15
— mixtes........	1850	24	13
	1855	27	12
	1861	28	19
— marchandises..	1855	24-6	11
	1857 à 1859.	26	11
	1860	26-5	16

Ainsi il y a un accroissement proportionnel sensible en volume d'eau comme en volume de vapeur, avec l'augmentation de la surface de chauffe.

Est-ce là une condition essentielle, et a-t-on pu éviter ainsi l'excès d'entraînement de l'eau par l'ébullition, qui

Distribution.	Course des tiroirs..................	0^{m}	140
	Lumière d'admission (section).......	$0^{m2}01$	575
	Lumière d'émission (section)........	0	280
Bâtis.	Longueur des longerons.............	8	780
Roues.	Diamètre des 8 roues couplées au contact	1^{m}	300
	Écartement des bandages (roues AV et AR).........................	1	584
	La voie est de $1^{m}66$ d'axe en axe des rails.		
Essieux.	Écartement des essieux extrêmes....	4	130
	Diamètre des fusées................	0	200
	Longueur des fusées................	0	200
Poids.	Poids à vide.......................	39^{tnes}	
	Poids en charge....................	43	500

Ces machines sont construites dans les établissements du Creusot, d'après un programme donné par M. Le Chatelier.

est presque toujours la conséquence de l'emploi des chaudières tubulaires ? L'expérience prononcera sur cette question.

La Compagnie d'Orléans a fait une large application du foyer Tembrinck. Elle montre une grande confiance dans cet appareil. Elle lui a donné des surfaces de chauffe égales à celles des foyers des machines du même ordre. C'est ainsi qu'elle a étendu à $10^{m},40$ la surface du foyer de la machine à huit roues couplées, de 209 mètres de surface de chauffe totale, dont elle expose les dessins et qui est en construction.

Il est à remarquer que la Compagnie du Nord a également donné 10 mètres de surface de chauffe directe au foyer Belpaire, qu'elle applique à son nouveau type de 220 mètres de surface de chauffe totale. Le chemin de fer du Midi a suivi cet exemple pour sa machine à huit roues couplées.

Nous avons à signaler aussi, au nombre des progrès dus aux ateliers de la Compagnie d'Orléans, les moyens employés dans le but de faciliter la circulation des machines sur les lignes à profil accidenté, présentant en voie courante des rampes de 16 millimètres et des courbes de 300 mètres de rayon, et sur les changements de voie, des courbes de 125 à 150 mètres[1].

1. On lira avec intérêt les réponses des Compagnies des chemins de fer à l'enquête, relativement aux rayons des courbes et aux rampes.

Quel est, eu égard aux conditions actuelles d'établissement du matériel roulant, et aux perfectionnements les plus récents apportés à la disposition de ce matériel, le minimum que l'on peut admettre pour le rayon des courbes sur les chemins de fer?

ORLÉANS. Le rayon minimum de 300 mètres paraît con-

La Compagnie du chemin de fer d'Orléans emploie concurremment le système dit à osselets, les ressorts horizontaux du système de M. Caillet et la suspension sur

venable comme limite ordinaire, et à titre d'exception on peut descendre à 180 et même à 160 mètres.

LYON-MÉDITERRANÉE. Le rayon de 180 à 200 mètres doit être considéré comme une limite extrême et qu'il ne faut admettre qu'exceptionnellement dans des passages très-difficiles.

NORD. Des courbes d'un rayon inférieur à 300 mètres présentent des inconvénients si elles sont fréquentes : c'est une limite à maintenir, sauf à admettre 200 mètres dans de rares exceptions et par application du dernier paragraphe de l'article 8 du cahier des charges.

EST. On peut admettre le rayon de 200 à 250 mètres pour les embranchements.

OUEST. Il serait à désirer que l'on ne descendît pas au-dessous de 300 mètres ; on pourrait, pour des lignes peu importantes, aller cependant jusqu'à 200 mètres.

ARDENNES. Le matériel roulant actuel peut circuler sur des courbes de 200 mètres de rayon, mais seulement dans les gares ; en pleine voie, il convient de ne pas descendre au-dessous de 250 mètres.

MIDI. Dans les gares, les trains manœuvrent journellement, sans danger et sans effort, dans des courbes de 250 mètres de rayon, mais avec une vitesse modérée.

A quelle limite de vitesse correspond ce minimum de rayon?

ORLÉANS. Dans les courbes de 300 mètres de rayon, la vitesse ne devrait pas dépasser 30 kilomètres.

LYON-MÉDITERRANÉE. On ne pourrait sans imprudence dépasser des

plans inclinés, afin de permettre, dans les courbes, le déplacement latéral des essieux extrêmes.

Ces trois dispositions varient dans leurs effets. Avec les osselets, la pression latérale nécessaire pour le déplacement va en s'affaiblissant; avec les ressorts, elle s'accroît; avec les plans inclinés, elle est constante. Cette Compagnie applique également les attelages à articulations et les tampons inclinés entre machine et tender.

Deux machines munies d'osselets ont circulé en vitesse sur une courbe de 80 mètres de rayon.

	vitesses de 20 à 25 kilomètres à l'heure dans des courbes de 200 mètres de rayon.
NORD.	Pas de réponse à cette question.
EST.	Il ne serait pas prudent de faire circuler les trains à plus de 25 à 30 kilomètres à l'heure sur d escourbes de 200 à 250 mètres de rayon.
OUEST.	Avec des courbes de 200 mètres il ne faudrait pas dépasser 26 à 30 kilomètres à l'heure.
ARDENNES.	Les courbes d'un rayon minimum de 250 mètres ne peuvent pas supporter une vitesse supérieure à 25 kilomètres à l'heure.
MIDI.	Les vitesses maxima pourraient, approximativement, être fixées comme il suit : Sur des courbes de 300 mètres, 30 kil. à l'h. Sur des courbes de 250 mètres, 25 — Sur des courbes de 200 mètres, 20 —

Y aurait-il de l'inconvénient à faire usage, dans le service ordinaire des trains, d'un matériel articulé?

ORLÉANS.	Le matériel articulé, étant plus compliqué que le matériel ordinaire, nécessite une surveillance minutieuse et de fréquentes réparations. Son emploi rend les manœuvres de gares très-difficiles.

N° 1022. J. F. Cail et Cie, Parent Schaken Caillet et Cie, exposent une *machine locomotive pour service mixte*, destinée au chemin de fer d'Orléans. Cette machine fait dans les districts du centre (réseau d'Orléans), où les inclinaisons sont fortes et où les courbes sont nombreuses et très-prononcées, un service de trains portant les voyageurs et les marchandises. Elle marche à la vitesse de 45 kilomètres; elle a six roues couplées, et fait partie d'un lot de trente machines exécutées en 1860 pour la Compagnie d'Orléans. Elle a parcouru 21 000 kilomètres environ depuis sa mise en service régulier.

Quant aux locomotives, l'impossibilité de faire servir à l'adhérence tout le poids de la machine présenterait un grand inconvénient pour l'exploitation d'un chemin de fer en pays de montagnes.

LYON-MÉDITERRANÉE. La Compagnie n'a pas fait d'essais de matériel articulé, mais elle est disposée à croire fondées les objections que soulève le système.

NORD. Il n'y a aucune utilité à employer, pour le service ordinaire, le matériel articulé, à raison de sa complication.

EST. Un matériel spécial de wagons, articulé pour le parcours des petites courbes et pouvant s'atteler aux wagons ordinaires, circulerait sans inconvénient sur les lignes actuelles; l'expérience en a été faite.

Quant aux locomotives, la question n'est pas aussi avancée.

OUEST. Le matériel articulé ne satisfaisant pas aux conditions de simplicité nécessaires à l'exploitation, il ne paraît admissible que dans des cas exceptionnels et fort rares.

ARDENNES. Même réponse que l'Est.

MIDI. La Compagnie s'en réfère aux réponses verbales adressées à la commission d'enquête.

Les dimensions principales sont :

Longueur intérieure du foyer		1m 400
Largeur — —		0 970
Surface de la grille		1m² 3580
Section de passage des tubes		0m 2824
Diamètre intérieur des tubes		0 048
Diamètre des roues motrices		1 520
Longueur des tubes entre les plaques		4 390
Nombre de tubes		» 187
Surface de chauffe	Du foyer	8m² 2174
	Des tubes	117 3108
	Totale	125 5282
Timbre de la chaudière		8 atmos.
Diamètre des cylindres		0m 450
Course des pistons		0 650
Écartement des roues extrêmes		3 480

Comme dispositions particulières de cette machine, on doit signaler l'application aux essieux d'avant et d'arrière de l'appareil de translation (système Caillet) qui leur permet de se mouvoir transversalement à la voie dans le passage des courbes à petits rayons.

Elle est, en outre, pourvue du système d'attelage à balancier, de M. Polonceau, également favorable au passage dans les courbes à petits rayons.

Les roues en fer forgé ont les contre-poids soudés au lieu d'être rapportés en fonte ou en plomb, comme cela s'est pratiqué pendant longtemps.

Les bielles motrices et d'accouplement sont en acier fondu.

Pour MM. J. F. Cail et Cie, les progrès réalisés dans la construction des locomotives, depuis 1855, peuvent se résumer ainsi :

1° Les châssis dans lesquels les plaques de garde étaient assemblées sont d'une seule pièce;

2° Les boîtes à graisse sont en fer forgé et trempé en paquet;

3° Emploi des pistons dits suédois;

4° Contre-poids d'équilibre des roues forgées avec le corps des roues;

5° Attelage de la machine au tender du système Polonceau;

6° Appareil de translation (système Caillet) permettant le passage des locomotives dans les courbes de petits rayons;

7° Suppression des pompes alimentaires, qui sont remplacées par l'injecteur Giffard;

8° Emploi de l'acier fondu dans le corps des chaudières et dans les pièces du mouvement, notamment dans les bielles motrices d'accouplement, les tiges et glissières de pistons.

La construction des machines locomotives s'exécute dans les ateliers de MM. J. F. Cail et Cie, suivant des méthodes de précision largement entendues. Le dessin fait une partie essentielle de l'exécution, et l'outillage y est de plus en plus spécialisé aux pièces à fabriquer. De là une sûreté d'opération précieuse à tous égards. Les générateurs y sont exécutés avec le plus grand soin.

A part le mérite de l'exécution, ces constructeurs ont apporté depuis 1855 un large tribut d'ingénieuses dispositions dans les perfectionnements de détail dont les machines locomotives ont été l'objet.

N° 1025. J. J. et A. Meyer exposent les dessins d'une

machine articulée à grande puissance, applicable à tout chemin de fer et particulièrement avantageuse pour les courbes et les fortes rampes, etc. Ils exposent également des dessins de leur détente améliorée.

Il s'agit d'un avant-projet, mais le dessin et le mémoire qui l'accompagne entrent dans des détails intéressants sur la nécessité et les moyens d'accroître la puissance des machines locomotives, en leur conservant les dispositions convenables pour circuler dans les courbes de faibles rayons.

A tous égards, l'avant-projet de MM. Meyer, qui est une étude fort intelligente des difficultés du problème à résoudre, mérite l'attention.

Nous nous bornerons à indiquer les dispositions les plus saillantes.

La locomotive se compose d'une chaudière unique, supportée par deux trains moteurs, à six roues accouplées chacun, et mis en mouvement chacun par deux cylindres; l'avant-train porte les caisses à eau, l'arrière porte la soute à combustible.

La chaudière est posée librement, reposant sur l'avant-train par un pivot sphérique, et sur l'arrière par deux pivots portés eux-mêmes par deux patins latéraux au foyer.

Une bielle centrale relie en outre l'avant et l'arrière-train.

Il n'y a qu'un seul levier de changement de marche, mais la vapeur peut être à volonté introduite dans les cylindres de l'un ou des deux trains.

La sortie de vapeur a lieu par des tuyaux articulés à

rotule et en caoutchouc consolidé par du fil d'acier enroulé en spirale.

L'ensemble du mécanisme est extérieur.

La charge de chaque essieu est de 10 tonnes; le poids total serait ainsi de 60 tonnes et servirait en entier à l'adhérence.

L'écartement des essieux extrêmes de chaque truck serait de $2^m,60$, le diamètre des roues étant de $1^m,20$. La flexibilité qui résulte de la faculté des deux trains de pivoter en se plaçant normalement aux inflexions de la voie, permet à la machine de circuler dans les courbes de 80 à 100 mètres de rayon.

Les auteurs du projet compteraient sur un effort de traction de 10000 kilos, au moins égal au sixième du poids adhérent, et susceptible de remorquer un train de 155 tonnes sur des rampes de 60 millimètres d'inclinaison.

Les antécédents de MM. J. J. Meyer dans la construction des machines locomotives ne permettaient pas de passer sous silence l'étude qu'ils ont exposée. Il est désirable qu'elle soit publiée.

N° 1032. *Compagnie du chemin de fer du Nord*[1]. M. J. Petiet, ingénieur en chef du matériel et de l'exploitation.

Cette Compagnie expose : 1° *une machine à marchandises;* 2° *les dessins d'une machine à voyageurs;* et 3° *ceux d'une seconde machine à marchandises.*

1. Cette Compagnie a fait imprimer une notice sur les trois types de locomotives envoyés à l'Exposition universelle; cette notice reproduite dans ce recueil expose avec une grande clarté les motifs du développement donné à la puissance des locomotives de cette Compagnie. Elle devient, par la simplicité et la généralité des aperçus, une annexe utile aux travaux du jury.

Machine à voyageurs à 2 essieux moteurs indépendants et à 4 cylindres. La machine locomotive commandée à MM. Ernest Gouin et Cie pour *trains de voyageurs*, est montée sur 5 paires de roues, dont 3 paires porteuses de $1^m,06$ de diamètre, et 2 paires motrices de $1^m,60$. Ces dernières seront mues chacune par 2 cylindres à vapeur de $0^m,36$ de diamètre et de $0^m,34$ de course. La surface de grille est de $2^m,62$, la surface de chauffe totale de 167 mètres, dont 10 au foyer et 12 au sécheur.

	kil.
Poids de la locomotive vide..................	33 000
— en feu avec approvisionnement de 2000 kil. de houille et de 7000 litres d'eau....................................	48 000

ce qui donne un poids moyen de 213 kilos de machine vide, et 288 kilos de machine en feu, par mètre carré de surface de chauffe.

Malgré le faible diamètre de ses roues ($1^m,60$), il y a lieu de croire que cette locomotive pourra marcher à de grandes vitesses. Le rapport de la vitesse de la machine à celle des pistons, qui, dans les locomotives des trains express, ne dépasse pas 6, sera dans celle-ci de 7 38, ce qui signifie que pour une vitesse de marche de 72 kilomètres à l'heure, par exemple, la vitesse du piston, qui est actuellement de $3^m,33$ par seconde, ne sera que de $2^m,71$.

L'écartement des essieux extrêmes est de $5^m,170$; il est convenable pour assurer la stabilité, et il n'atteint même pas les limites en usage; les 3 essieux porteurs ont beaucoup de jeu dans leurs boîtes à graissé, qui

sont disposées de manière à empêcher la poussière de pénétrer sous les fusées.

Le centre de gravité y est, il est vrai, plus élevé que dans les machines Crampton, mais il est plus bas que dans les machines express à grandes roues et à cylindres extérieurs qui sont généralement employées en Angleterre.

Cette locomotive sera en état de remorquer 15 voitures de voyageurs, à 72 kilomètres à l'heure, ou 24 voitures à 50 kilomètres à l'heure, sur rampe de $\frac{1}{200}$ (0m,005).

En doublant le nombre des cylindres et des mécanismes, on obtient une grande adhérence, et tout en évitant l'emploi des bielles d'accouplement, qui présentent de grands inconvénients pour aller vite, on diminue le poids spécial des pistons, des bielles et des autres pièces du mouvement dont l'inertie est une cause d'instabilité[1].

Machine dite à fortes rampes à 4 essieux moteurs couplés. La locomotive construite dans les ateliers de MM. Ernest Gouin et Cie a 4 paires de roues couplées de 1m,06 de diamètre, commandées par 2 cylindres de 0m,48 de diamètre et de 0m,48 de course. La surface de grille est de 2m,62. La surface de chauffe totale de 167 mètres, dont 10 au foyer et 12 au sécheur. Le poids de la locomotive vide est de 31 700 kilos, et en feu, de 43 tonnes, avec approvisionnement de 2000 kilos de houille et 6000 kilos

1 Ces machines mises récemment en service, partagent en ce moment la traction des trains de voyageurs avec les machines Engerth mixtes sur lesquelles la note de M. Petiet contient d'intéressants détails.

d'eau, ce qui représente en moyenne 190 kil. de machine vide et 257 k. de machine en feu par mètre carré de surface de chauffe.

Machine à 6 essieux moteurs couplés par groupes de 3 et à 4 cylindres. La locomotive à marchandises commandée à MM. Ernest Gouin et Cie a 6 paires de roues de 1m,06 de diamètre, couplées par groupes de 3 paires; chaque groupe est commandé par une paire de cylindres ayant 0m,42 de diamètre et 0m,44 de course. Surface de grille 3m,33, surface de chauffe totale, 213m², dont 10 au foyer et 14 au sécheur. Poids de la machine vide, 42 500 kilos; poids de la machine en feu, 57 600 kilos avec approvisionnement de 2200 kilos de charbon et 8000 litres d'eau.

Malgré le grand écartement (6 mètres) entre les essieux extrêmes, cette locomotive pourra passer dans des courbes de 150 mètres de rayon, parce que les deux essieux extrêmes ont 0m,03 de jeu dans leurs coussinets. Elle pourra remorquer un train pesant brut 240 tonnes sur rampe de $\frac{1}{50}$ (0m,020). En mettant sur les inclinaisons exceptionnelles une locomotive en tête et l'autre en queue d'un train, on pourra remorquer un train dont le poids brut sera environ de 220 tonnes sur rampe de $\frac{1}{25}$ (0m,040) et de 160 tonnes sur rampe de $\frac{1}{20}$ (0m,050).

Le mètre carré de surface de chauffe pèse 199 kilos pour la locomotive vide et 270 kilos pour la locomotive en feu avec ses approvisionnements d'eau et de houille au complet[1].

1. Ces machines ont été mises récemment en service, et elles remplissent toutes les conditions du programme de leur construction.

Les dispositions générales des trois locomotives-tender exposées en nature ou en dessin par la Compagnie du Nord sont :

Un large foyer dépassant les roues; une grille de grande dimension du système Belpaire, pour brûler des charbons menus; une grande surface de chauffe avec tubes, n'ayant que $3^{m},50$ de longueur; l'appareil sécheur de vapeur; la cheminée horizontale avec toiture pour abri; le châssis intérieur aux roues et intérieur aux ressorts; enfin un ensemble de dispositions donnant un poids total plus faible par mètre carré de surface de chauffe, approvisionnement compris, que dans la plupart des locomotives actuellement en usage.

Ces trois types de locomotives émanent du même principe. Puissante production de vapeur avec emploi de vastes foyers et de grandes surfaces de chauffe. Forte adhérence sans exagérer le poids sur chaque roue. Grande puissance de traction avec des mécanismes relativement légers; enfin réduction de poids mort, ce qui est une économie dans le prix d'achat, et un avantage sérieux pour le service sur les fortes inclinaisons.

Telle est l'importante exposition de la Compagnie du chemin de fer du Nord. Quelque radical que soit le caractère des modifications que la construction des machines locomotives subit entre les mains de cette Compagnie, on ne peut contester que, forcée par l'importance de son trafic de développer la puissance de ses machines, elle a adopté des dispositions auxquelles la prudence la plus éclairée n'a rien à redire. Il est rationnel de laisser indépendants les essieux moteurs des machines

à grande vitesse, et il y a lieu d'attendre une grande stabilité d'une machine à longue base dont les roues centrales n'apportent pas d'influence rapide dans la direction de la marche, et dont le centre de gravité reste inférieur à celui des machines express employées en Angleterre. La nouvelle machine express du chemin de fer du Nord semble donc appelée à rendre les services que l'on en attend, c'est-à-dire à démarer rapidement le train, et à remorquer à des vitesses égales à celles des machines rapides, des trains plus pesants que cela n'a eu lieu jusqu'à ce jour, et cela dans le rapport de l'accroissement de la surface de chauffe et de l'adhérence.

Des deux machines à marchandises, exposées par cette Compagnie, l'une, celle dite à *fortes rampes*, a reçu la sanction de l'expérience. Depuis plusieurs années, les machines de ce type fonctionnent avec un grand avantage sur le chemin de fer du Nord. Mais, pour franchir de longues distances sans arrêt, pour remorquer des trains dont le poids brut dépasse 600 tonnes, il fallait plus de puissance encore. La machine Engerth, avec ses 197 mètres de surface de chauffe, ne suffit plus; elle manque d'adhérence. Or, il n'y a moyen d'accroître cette adhérence qu'en accouplant de nouveaux essieux. Mais déjà l'accouplement de quatre essieux sur un seul essieu moteur est une limite extrême. En partageant six essieux en deux groupes de trois, ayant chacun leur essieu moteur, le mécanisme est ramené à une condition de simplicité qui a fait ses preuves depuis longtemps. La base de la machine portée sur six essieux est longue, mais cela sera sans inconvénient dans les courbes, au

moyen du jeu donné aux roues centrales et aux roues d'arrière. Le défaut de stabilité, avec une base aussi longue et à de si faibles vitesses, est d'autant moins à craindre, que le centre de gravité n'est pas plus élevé dans cette machine que dans la précédente, qui ne montre aucune instabilité dans sa marche. L'adhérence la plus forte est ainsi obtenue par l'emploi de six essieux moteurs, chargés de neuf tonnes chacun. La surface de chauffe atteint 220 mètres, et la nouvelle machine ne perd aucune des conditions de simplicité qu'il faut précieusement conserver dans les locomotives.

La Compagnie du Nord fait du foyer Belpaire une application aussi large que la Compagnie d'Orléans du foyer Tembrinck. Ici ressort l'intérêt bien net, que fait à chacune de ces Compagnies l'emploi des houilles qu'elles trouvent le plus à leur portée.

La Compagnie du Nord consomme la houille sous sa forme la moins coûteuse; elle la prend au sortir de la mine. La Compagnie d'Orléans ne trouve pas de menu dans les bassins houillers où elle s'approvisionne. Ces menus sont absorbés par la fabrication du fer. De plus, elle emploie des houilles, celles de Commentry, qui contiennent près de 45 pour 100 en matières volatiles, au lieu de 20 à 22 que contiennent celles du Nord.

N° 1032. MM. Ernest Gouin et Cie exposent la *machine dite à fortes rampes*, décrite plus haut et inscrite au catalogue au titre de la Compagnie du chemin de fer du Nord, comme constructeurs de cette machine. Ils construisent également vingt machines du type express à quatre cylindres et à deux essieux moteurs indépen-

dants, dont les dessins sont exposés par cette Compagnie, et dix machines du type marchandises à quatre cylindres et à six essieux moteurs par groupes de trois, dont les dessins sont également exposés par la Compagnie du Nord. Les ateliers de MM. Gouin et Cie ont livré, en 1856, 86 machines locomotives du poids moyen de 40 000 kilogrammes.

N° 1040. Mme veuve Polonceau expose le modèle d'une *machine à marchandises à* 8 *roues couplées.*

M. Polonceau avait projeté une machine à marchandises à 4 essieux couplés, et de 200 mètres carrés de surface de chauffe, dont le modèle est exposé. Cette machine a 4 mètres de base entre les essieux extrêmes; le diamètre des roues est de 1m,247. Elle a des cylindres intérieurs. L'arbre coudé qui reçoit le mouvement des pistons et le transmet aux roues motrices, n'est pas muni de roues, de telle sorte qu'il n'est pas fatigué par le poids de la machine qui pèse sur quatre essieux droits.

Pour le passage dans les courbes, il est laissé du jeu dans les boîtes à graisse des essieux extrêmes, et des osselets reportent la pression des tiges des ressorts sur ces boîtes.

L'attelage est à articulation.

Cette étude offre un grand intérêt, comme tout ce qui se rattache aux travaux laissés par M. Polonceau.

Voici les dimensions générales de cette machine :

Grille...	Longueur.	1m,600	Surface de chauffe..	Des tubes.	189m²,27
	Largeur. .	1 180		Du foyer..	9 15
	Surface...	1 760		Totale...	198 42

Nombre des tubes...	276	Diamètre de la chaudière...........	1^{m} 500
Longueur des tubes.	$4^{m}800$	Volume d'eau à 100 millimèt. au-dessus du foyer.	$5^{m^3}000$
Diamètre intér. — .	0 043	Volume d'eau à 100 millimèt. au-dessus de vapeur.	2 500
Volume total de la chaudière..................			7^{3} 500
Diamètre des cylindres.........................			$0^{m}500$
Course du piston...............................			0 700
Diamètre des roues au contact..................			1 247
Écartement des essieux extrêmes................			4 000
Poids de la machine pleine.....................			42^{t} 000
Charge d'un essieu sur le rail.................			10 500

N° 1012. *Foyer fumivore* de M. Tembrinck, exposé par la Compagnie d'Orléans; et n° 1029. *Foyer fumivore pour les locomotives* de M. Toni-Fontenay, exposé en dessins par cet ingénieur.

La Compagnie de l'Est a longtemps expérimenté le foyer de M. Tembrinck; elle en a fait l'application à quelques machines. La Compagnie d'Orléans l'a imitée, mais sur une plus grande échelle, et pour les divers types de machines à voyageurs et à marchandises.

Le foyer de M. Toni-Fontenay n'est appliqué qu'à une des machines Engerth, qui desservent le chemin de fer du Dauphiné.

La fumivorité, avec l'emploi de certaines sortes de houilles, et sous la conduite de chauffeurs expérimentés, est obtenue par l'appareil Tembrinck. L'enquête à laquelle il a été soumis[1] et les nombreuses applications

1. Rapport à M. le Ministre de l'Agriculture, du Commerce et des

dont ce foyer est l'objet, ne permettent pas de contester ce résultat. On peut considérer le foyer Tembrinck comme un pas plus avancé que les précédents vers la solution, en ce sens que l'innocuité pour les voyageurs, de l'emploi de certaines houilles dans les foyers des locomotives, semble être suffisamment assurée.

Le foyer de M. Tembrinck réunit plusieurs des dispositions isolément appliquées dans les appareils qui l'ont précédé. La trémie inclinée et fermée employée depuis longues années dans les foyers où l'on pratique l'introduction lente de la houille pour en distiller les gaz avant d'en compléter la combustion; la grille également inclinée, terminée par une partie plate où la houille, convertie en coke, est consumée; le jet d'air sur la superficie du foyer, le souffleur à la base de la cheminée, ont été en usage, ensemble ou séparément, dans l'industrie. Il en est de même de la disposition qui a pour but, sinon pour résultat, de mélanger les gaz produits par la distillation et la combustion avec l'air qui doit l'alimenter. Le diaphragme employé ici n'est, il est vrai, ni une plaque de métal, ni une voûte de briques, comme cela a été généralement tenté; c'est un bouilleur, et dans les deux appareils de MM. Tembrinck et Toni-Fontenay, ce bouilleur est attaché à la chaudière par des tubulures courbes qui lui permettent de subir sans altération les

Travaux Publics sur l'emploi de la houille dans les machines locomotives et sur les machines à foyer fumivore du système Tembrinck, par M. Couche, ingénieur en chef des mines, professeur de construction et de chemins de fer à l'École des mines, chargé du contrôle des chemins de fer de l'Est et des Ardennes.

changements de formes résultant des grandes variations de température auxquelles il est exposé. C'est là une idée heureuse.

L'appareil de M. Toni-Fontenay diffère par deux points essentiels de celui de M. Tembrinck : l'emploi de la trémie et l'introduction de l'air. Il lui est inférieur pour la première de ces dispositions qui évite, dans l'appareil Tembrinck, le chargement par la porte du foyer et les refroidissements qu'il occasionne. L'introduction de l'air par la porte du foyer semble aussi, dans l'appareil de M. Toni-Fontenay, moins facile à régler que par la palette employée dans ce but dans celui de M. Tembrinck.

Reste la condition la plus essentielle, celle de l'efficacité de production de vapeur de ces foyers, comparativement aux foyers ordinaires. Tous deux sembleraient devoir réduire cette efficacité, si on compare l'emploi de la houille à celui du coke dans des foyers de mêmes dimensions, car ils soustraient tous deux, au contact de la flamme et au rayonnement, certaines parties du foyer. Il est vrai que le bouilleur est exposé plus favorablement, sous ce rapport, à l'action du foyer et qu'il s'y produit une vaporisation intense.

Ce changement de régime dans la production de vapeur, est sans aucun doute, la cause de la lenteur avec laquelle se répand l'application de ces systèmes de foyers, soit en France, soit en Angleterre.

Les ingénieurs ont, en général, préféré choisir les houilles les plus faciles à brûler, et conserver la surface, directe tout entière du foyer.

Les essais du foyer Tembrinck n'ont constaté, au dire des ingénieurs qui l'ont adopté, aucune réduction de puissance de machines auxquelles il a été appliqué.

Nous avons conclu, dans la première partie de ce rapport, sur le mérite des appareils fumivores exposés. Ils constituent une amélioration digne d'encouragement. Le premier, celui de M. Tembrinck, est de beaucoup, le plus complet. Tous deux sont suffisamment fumivores. Inférieurs au foyer Belpaire, quant aux conditions générales de la combustion, ils ne résolvent pas toutes les difficultés de l'emploi de la houille, car la fumivorité n'est pas le dernier mot de cet emploi.

Elle n'est pas la preuve de l'entière combustion des gaz inflammables engendrés; elle s'accommode de l'excès d'air qui refroidit le foyer; mais, en somme, les foyers fumivores sont un progrès.

Exposition Anglaise.

Machines locomotives. — Cette exposition se compose de douze machines, dont quatre express, quatre machines à marchandises, et quatre machines de petites dimensions pour houillères et travaux de terrassement.

A part un accroissement de puissance dans les divers types des machines locomotives, l'exposition anglaise n'offre pas de nouvelle disposition dans le système de leur construction.

La machine express et mixte ainsi que la machine à marchandises, sont restées dans leur forme habituelle.

C'est dans les éléments même de la construction que se montre un progrès véritable, attesté d'ailleurs par le nombre et le mérite des produits en acier qui entrent dans cette dernière exposition.

Les machines locomotives exposées par l'Angleterre sont xécutées avec une grande perfection dans l'ensemble et les détails; elles présentent, en outre, des dispositions diverses pour les foyers, qui brûlent généralement la houille. Elles sont pourvues de l'alimentateur Giffard; les roues motrices sont exclusivement en fer ; les bandages en acier, ainsi que les essieux et plusieurs pièces du mécanisme. On reconnaît dans tous les détails, la tendance à la simplification dans la forme et à la réduction du nombre des pièces qui distingue les constructeurs anglais. Si de l'exposition on passe dans les ateliers, le progrès se montre encore, non-seulement par le nombre et la perfection des outils, mais par leur spécialisation à chacune des pièces mécaniques qu'ils sont destinés à façonner. C'est plus que jamais le côté dominant de la supériorité des constructeurs anglais. La main-d'œuvre se réduit de plus en plus, dans les ateliers, au simple montage des machines.

L'usage de l'acier commence aussi, dans l'outillage, une nouvelle révolution; il exige des outils plus résistants pour ajuster les pièces de mécanique, et l'Angleterre n'est pas seule engagée dans cette voie. Les pièces du mouvement de la machine exposée par M. Borsig (Prusse) sont en acier, et n'ont été dressées et ajustées qu'après la trempe, au moyen de burins en acier très-résistants.

Rien ne peut mieux donner l'idée des progrès accomplis sous ce rapport, que le fait suivant.

Un bandage de locomotive est coulé, au moyen du procédé Bessemer, en gâteau en forme de couronne, il est porté au laminoir, et il en sort complétement formé sans autre opération.

Le nombre des produits exposés par M. Bessemer ou par ceux qui font usage de son procédé, leur qualité, leurs usages, les formes qu'on ne craint pas de chercher prouvent incontestablement qu'appliqué aux fontes pures, égales et de même origine, ce procédé donne couramment des produits réguliers. Il semble également prouvé, il est vrai, qu'il n'est pas susceptible de fournir de bons produits avec des matières mauvaises ou médiocres; il ne peut se substituer à cet égard au puddlage ordinaire, dans lequel il est fait usage de réactifs qui ont pour but de se combiner avec les éléments (silice, soufre, phosphore, arsenic) qui rendent les fontes impures. L'action du procédé Bessemer sur la fonte est limitée aux conséquences d'une grande élévation de température avec mélange d'air atmosphérique, et ces conséquences ne paraissent pas être de nature à enlever à la fonte les matières qui altèrent trop souvent sa composition.

Tel qu'il est cependant, ce procédé a pris sa place dans l'industrie, et cette place tend à s'agrandir. Les chemins de fer, l'artillerie et les machines de navigation sont, pour ces sortes de découvertes, les plus actifs stimulants. Ils réclament l'emploi de l'acier dans des conditions de dimensions, de résistance et de prix qu'il faut atteindre. Nos Compagnies des chemins de fer français

achètent des rails fabriqués suivant le procédé Bessemer, pour les placer aux points les plus fatigués par la circulation incessante des machines. Le prix est triple de celui des rails ordinaires. Les rails en acier Bessemer achetés par la Compagnie du Nord coûtent 75 fr. les 100 kilos, droits compris, rendus à Paris.

L'exposition anglaise présente aussi de très-beaux spécimens d'acier puddlé et d'acier fondu appliqué à la construction des locomotives. Là encore, la régularité de la qualité semble dépendre uniquement de celle des fontes employées, ce qui tendrait à établir que le procédé de puddlage, ou les réactifs employés dans le puddlage, sont encore insuffisants pour obtenir de bons aciers avec des fontes médiocres.

Un des principaux fabricants a ses usines près de Lowmoor, et tire sa fonte des mêmes minerais. Il expose des roues motrices de locomotives en acier fondu.

On ne saurait, du reste, rien préjuger sur la résistance des produits en acier obtenus par la simple fusion, sans martelage ou laminage.

Le refroidissement produit dans ces pièces des tensions latentes qui peuvent en déterminer la rupture sans travail apparent. Aussi voyons-nous que ce danger préoccupe les fabricants, et que l'objet venu de fonte est généralement amené à sa forme définitive par le martelage ou par le laminage, ou même par des pressions hydrauliques entre des étampes.

Telle est, quant à la construction des locomotives, la supériorité de l'exposition anglaise sur celle des autres nations. Elle lui est, comme nous le verrons plus tard,

vivement disputée par l'Allemagne, qui est aussi largement entrée dans la voie de l'application de l'acier aux constructions de chemins de fer.

Machines express. N° 1269. London et North Western. — La Compagnie du London et North-Western expose deux machines express, l'une construite par M. Mac-Connell, et l'autre par M. Ramsbottom, tous deux successivement ingénieurs de cette Compagnie. L'une a été construite aux ateliers de Wolwerton, l'autre à ceux de Crewe. Le type de ces machines qui est généralement répandu en Angleterre, n'a pas changé depuis 1855. Les roues motrices sont placées entre deux paires de roues de support. Le poids de 12 à 13 tonnes porté par les roues motrices sert à l'adhérence. C'est le dernier mot de ces machines à cet égard.

La surface de chauffe est de 93 mètres carrés environ, dont 85 en surface tubulaire et 8 en surface directe du foyer. A cet égard encore, l'express de ce type semble avoir atteint sa limite de puissance. La pression est de 9 atmosphères.

De la fixité de ces données, il semble résulter que la pression de 9 atmosphères, combinée avec une surface de chauffe de 90 à 100^{m^2}, produit une puissance motrice suffisante pour utiliser à la traction le poids adhérent de 12 à 13 tonnes sur des roues dont le diamètre s'élève jusqu'à $2^m,30$, et à des vitesses de 80 à 90 kilomètres sur niveau. Comme ces mêmes données se retrouvent sur les chemins anglais, dont le profil permet l'emploi des express à un seul essieu moteur, il importe de les signaler. Depuis 1855, rien n'est changé à cet égard, et ce

type est encore présenté à titre de modèle à l'exposition actuelle. On cherche, il est vrai, le moyen de tirer de ce type une plus grande vitesse. A cet effet, on a réduit le nombre et la durée des temps d'arrêt. On a augmenté l'approvisionnement d'eau, on a augmenté le diamètre des roues motrices, en réduisant ainsi la charge remorquée, qui, pour les machines les plus rapides, ne dépasse pas le poids de 10 à 12 de nos voitures. On a préféré rester dans ce type et accroître le nombre des trains. C'est cette solution qui explique en partie la cherté relative de l'exploitation anglaise.

La machine express de M. Mac-Connell est à cylindres intérieurs de $0^{m},456$ de diamètre. La course est de $0^{m},61$; le diamètre des roues motrices, $2^{m},30$, celui des roues de support d'avant, $1^{m},30$. Un spécimen de cette machine est en service au chemin de fer du Nord français depuis plusieurs années; il n'a pas été imité, tandis qu'il s'est étendu au North-Western. Le foyer sert à la combustion de la houille; la chambre du foyer est très-longue, et partagée dans toute sa longueur par un bouilleur vertical. Les tubes sont très-courts; la surface de chauffe n'atteint pas 80^{mc}. Le poids de cette machine est de 33 tonnes environ; son tender est à 6 roues. L'ensemble pèse, avec 8 tonnes d'eau et 2 tonnes de coke, 54 tonnes; soit 675 kilos par mètre carré de surface de chauffe. Cette machine a son centre de gravité très-élevé, à cause de l'essieu coudé; cet essieu et les bandages sont en acier fondu de Krupp. L'injecteur Giffard remplace les pompes; le tender est à 6 roues, et les ressorts sont placés sur balanciers compensateurs.

La machine express de M. Ramsbottom est à cylindres extérieurs. (Il est à noter que, depuis la fondation du chemin de fer London et North-Western, l'atelier de Wolverton a préféré les machines à cylindres intérieurs, et celui de Crewe les cylindres extérieurs.) Le diamètre des cylindres est de $0^{m},407$, la course des pistons de $0^{m},610$, le diamètre des roues motrices $2^{m},30$. Le poids servant à l'adhérence sur ces roues est de 12 tonnes. La surface de chauffe est de $92^{m2},90$ (foyer $7^{m2},90$, tubes 85^{m}); le poids de la machine vide est de $22^{t},5$; pleine, $27^{t},5$. Il y a 8250 litres d'eau dans le tender, qui a 6 roues, et 2 tonnes de houille. L'ensemble pèse, vide, 38 500 kilos, et plein 53 500 kilos, qui donne le poids de 575 kilos par mètre de surface de chauffe.

Le foyer est disposé pour brûler de la houille; une voûte en briques réfractaires oblige l'air qui s'introduit par les ouvertures pratiquées dans le foyer à se mélanger avec les gaz produits dans la combustion; outre celles taillées dans la porte du foyer, deux autres ouvertures carrées, munies de registres, sont pratiquées dans la paroi du foyer opposée à la porte, et juste au-dessous des tubes. La surface de la grille est de $1^{m},35$; les soupapes de sûreté sont d'un modèle nouveau de M. Ramsbottom. Les roues motrices sont le plus beau spécimen qui ait encore été produit. L'alimentation est faite par deux injecteurs Giffard. Les pistons sont du type suédois ou Ramsbottom, à 3 anneaux, formés par une barre carrée d'acier fondu. L'huile est introduite dans le cylindre par un appareil simple et nouveau. Le mouvement de la distribution permet au mécanicien de

fixer facilement la détente au point qui convient pour l'effort de traction.

Le tender porte une cuiller à l'aide de laquelle l'eau peut être puisée en marche dans une rigole en fonte. Cela est employé près de Connvay, sur le chemin de Chester à Holyhead ; la rigole a 400 mètres de longueur, $0^m,40$ de largeur et $0^m,13$ de profondeur. La cuiller est plongée de $0^m,05$ dans l'eau, et par l'effet de la vitesse 5500 litres d'eau s'élèvent dans le tender en moins d'une demi-minute, sans arrêt ni ralentissement. A l'aide de cet appareil le train express parcourt sans arrêt les 136 kilomètres de Chester à Holyhead.

Il y a un moyen de communication entre le mécanicien et le garde du train.

N° 1280. *Caledonian Railway*. M. Connor, ingénieur; Neilson et Cie, constructeurs. (Hyde-Park-Foundry-Glasgow.)

Machine express. Cette machine est à cylindres extérieurs de $0^m,45$ de diamètre. La course est de $0^m,61$; le diamètre des roues motrices est de $2^m,47$; elles portent 14 500 kilos. Celui des roues de support est de $1^m,12$. Il y a 192 tubes de $3^m,50$ de longueur. La surface de chauffe est de 100 mètres. Le foyer, disposé pour la combustion de la houille, est muni d'une arche en briques réfractaires et d'un rabat attaché à la porte pour dévier la flamme; il a $1^m,30$ de longueur, $1^m,04$ de largeur, et $1^m,68$ de profondeur; le dôme est au-dessus du foyer. L'essieu moteur est en acier fondu et fabriqué dans les ateliers du Caledonian-Railway. Les bandages sont en acier fondu de Krupp ; cette machine est à double

châssis; son poids est de 31 200 kilos en charge. En supposant à cette machine un tender semblable à ceux des machines express anglaises, le poids par mètre carré de surface de chauffe serait de 530 kilos. C'est la plus légère des machines express exposées par l'Angleterre.

N° 1238. *Beyer Peacock et Cie*. — *Gorton Foundry*, Manchester.

Machine express, pour les chemins de fer du Sud-Est du Portugal :

Voie de	1^m	68
Dimensions principales :		
Cylindres intérieurs	0	406
Course des pistons	0	560
Diamètre des roues motrices	2	130
— de support	1	150
Le nombre des tubes est de	215	»
Leur surface de chauffe est de	114^{m^2}	»

Le foyer, dont les dimensions sont, en longueur et largeur, de $1^m,40$ sur $1^m,18$ et de $1^m,75$ de hauteur, a une surface directe de 9^m. La surface de chauffe totale est de 123^{m^2}. La surface de la grille $1^{m^2},68$. Le tender contiendra 9600 litres d'eau. La porte du foyer s'ouvre en deux parties qui glissent horizontalement.

La largeur de voie a permis, comme on le voit, une plus grande surface de chauffe que dans les machines express anglaises.

Une large voie ne permet d'accroître les poids portés par les roues qu'autant que les rails et les bandages sont proportionnellement plus résistants. Est-ce ici le cas? On remarque, depuis nombre d'années, que pour

utiliser, dans la construction des machines, la largeur de la voie du Great-Western, on a eu recours à un plus grand nombre d'essieux sur lesquels le poids est resté le même que sur la voie ordinaire.

N°. N'est pas au catalogue. (N° de service, 327.)

Machine à marchandises du South-Eastern-Counties-Railway, construite sur les dessins de Robert Sinclair, ingénieur de cette Compagnie, dans les ateliers de R. Stephenson et Cie, à Newcastle, à 3 essieux, dont 2 couplés. Cette machine a parcouru 72 000 kilomètres sans autre réparation que celles de la peinture et du tournage des roues motrices.

C'est, à proprement parler, une machine mixte. Elle est à 4 roues couplées de $1^m,83$ de diamètre. Les 2 autres roues de support ont $1^m,16$. Elle est munie d'injecteurs Giffard; les 2 essieux moteurs supportent le poids dont ils sont chargés sur des leviers compensateurs. La surface tubulaire est de 90 mètres; celle du foyer de $6^m,75$. La surface est de $96^{m2},75$; la pression, 9 atmosphères. La poids de la machine est de 30 300 kilos, dont 20 000 sur les roues motrices. Le tender pèse 23 tonnes, ce qui porte le poids par mètre carré de surface de chauffe à 500 kilos.

La distance des essieux extrêmes est de $4^m,57$; celle des essieux moteurs de $2^m,75$. Les bandages sont en acier de Krupp. M. Sinclair en expose une paire de 2 mètres de diamètre ayant parcouru 100 000 kilomètres sans nécessiter un tournage. Ils sont usés de 6 millimètres. (Les ressorts sont placés sur les essieux et attachés à des balanciers compensateurs.) Le foyer est dis-

posé pour brûler de la houille, d'après les dessins de M. Frodsham. Un rabat placé dans le foyer dévie la flamme ; un jet de vapeur sert à mélanger les gaz de la combustion avec l'air introduit du côté de la porte du foyer.

Cette machine, comme toutes celles qui sortent des ateliers fondés à Newcastle par les deux Stephenson, est exécutée avec une grande perfection.

N° 1230. Sir W. G. Armstrong et Cie, Elswick Engine Works, à Newcastle. *Machine à marchandises*, construite pour le chemin oriental indien (1^m,68 de voie) sur les dessins de M. Marshalle de Birmingham.

Cette machine est du type mixte; elle a 4 roues couplées de 1^m,68 de diamètre. Les 2 roues de support ont 1^m,07. Les cylindres ont 0^m,41 de diamètre, et la course est de 0^m,56. L'écartement extrême des essieux est de 4^m,70; celui des essieux couplés de 2^m,70. La partie cylindrique du générateur est de 1^m,27 ; elle contient 161 tubes de 0^m,056 intérieurement, et de 3^m,36 de longueur, placés à l'extrémité de la partie cylindrique. La surface de chauffe du foyer est de 9^{m^2},50 ; celle des tubes de 97 mètres ; la surface totale est de 106^{m^2},50. Le poids de cette machine pleine est de 32 tonnes 1/2 ; elle est alimentée par des pompes et un petit cheval.

Cette machine ne présente de particulier que le peu de parti que l'ingénieur a tiré des dimensions de la voie (1^m,68).

N° 1251. *Machine à marchandises* construite par W. Fairbairn et Son, Manchester, pour le Midland-Railway.

Cette machine est à cylindres intérieurs à 6 roues, cou-

plées, pompes ordinaires d'alimentation. La porte du foyer est à rideaux métalliques s'ouvrant horizontalement.

La chaudière de cette machine est entièrement composée de tôle à bords renforcés, et la rivure est double sur tous les recouvrements. Il n'y est employé aucun fer d'angle, les tôles étant embouties à l'assemblage avec la plaque à tubes.

En voici les dimensions principales :

Longueur de la partie cylindrique du générateur..	3^m	52
Diamètre — — ..	1	30
Longueur du foyer...........................	1	23
Largeur —	1	17
Hauteur —	1	42
Nombre de tubes.............................	»	180
Surface de chauffe..........................	108^{m^2}	00
Diamètre des cylindres......................	0^m	407
Courses des pistons.........................	0	610
Diamètre des 6 roues couplées................	1	620

L'essieu coudé est tenu dans quatre boîtes à graisse. Il a 153 millimètres de diamètre. Cette machine a été construite sur les dessins de M. Kirsley, ingénieur de la Compagnie du Midland-Railway.

N° 1299. *Machine à marchandises* construite par MM. Sharp Stewart et Cie (Attas Works Manchester), pour le London, Chatham et Dover-Railway.

Les dimensions principales de cette machine sont :

Cylindres intérieurs, diamètre..................	0^m	435
Course des pistons..........	0	615
Diamètre des 6 roues couplées....................	1	680
Écartement extrême des essieux..................	4	800
Poids de la machine chargée.....................	32^t	

dont 12 sur l'essieu du milieu qui reçoit directement le mouvement des pistons. Les 20 autres tonnes sont partagées également sur les 2 essieux extrêmes. La machine est à double châssis intérieur et extérieur. L'essieu coudé est placé sur 4 boîtes à graisse. Les bielles d'accouplement sont extérieures et très-fortes. Le générateur est alimenté par l'injecteur Giffard.

Le foyer est disposé pour brûler de la houille suivant le système de M. Cudworth, ingénieur du South-Eastern-Railway. (Ateliers d'Ashford.) La grille est très-inclinée; elle a $2^m,33$ de longueur, et se termine par une grille à renversement de $0^m,460$. (Le conduit peut être entièrement fermé par l'avant.) L'entrée d'air y est réglée à l'avant et à l'arrière par des ouvertures placées au-dessous de la porte du foyer. La boîte à feu est partagée dans presque toute sa longueur par un bouilleur et alimentée par deux portes; l'inclinaison de la grille réduit l'inconvénient de la longueur du foyer. Ces dispositions sont employées sur un grand nombre de machines du South-Eastern; l'essieu d'arrière est sous le foyer.

Les bandages sont attachés aux roues de manière à ne pouvoir pas s'en séparer en cas de fracture.

La surface de chauffe de cette machine est de 90 mètres, en supposant un tender plein du poids de 23 tonnes, ce qui élèverait l'ensemble du poids à 55 tonnes; on a un poids de 558 kilogrammes par mètre carré de surface de chauffe.

N° 1250. *Machine locomotive tender*, construite par George England et Cie. Hatcham Iron Works, London.

Cette machine (little England) est de faible dimension et pour un service spécial.

N° 1266. *Machine locomotive de houillères.* Lilleshall et Cie, Schiffnal, Shropshire.

N° 1274. *Machine locomotive de houillères.* Manning Wardle et Cie, Boyne, Engine Works, himslet, Leeds.

N° 1278. *Machine locomotive pour voie de* $0^m,85^c$. Neath Abbey. Iron et Cie Neath.

Ces quatre dernières machines locomotives ont de très-faibles dimensions. L'une, celle de MM. Manning, Wardle et Cie, n° 1274, a été employée à remorquer les diverses machines placées à l'exposition. Elle a 4 roues couplées comme les 3 autres, et est parfaitement exécutée.

Elles prouvent que la direction des idées des ingénieurs tend de plus en plus à spécialiser la construction des locomotives pour les besoins à desservir.

Résumé sur l'Exposition anglaise.

L'exposition des machines locomotives anglaises offre un caractère général, celui d'une grande perfection d'exécution. On sent que dans les ateliers, l'outil spécial accomplit la plus grande partie de l'œuvre, et que le travail à la main y est très-réduit.

Les constructeurs anglais ont adopté l'appareil Giffard pour l'alimentation des chaudières, l'acier fondu pour les essieux et les bandages; celui de Krupp est fort apprécié. On y fait un grand usage du balancier compensateur pour la suspension, mais pour les essieux moteurs seulement, ce qui ne réduit pas l'adhérence.

La construction des grandes roues motrices des express, en fer, est un chef-d'œuvre; elles atteignent 2m,40 de diamètre (il en est sur le Caledonian-Railway de 2m,75 de diamètre); le moyeu, les rais, les jantes et le contre-poids forment un seul bloc qu'entoure le bandage en acier fondu.

Les foyers des machines (exposées par les Compagnies des chemins de fer) destinées soit au service des voyageurs, soit au transport des marchandises, sont tous disposés pour brûler la houille.

Ils varient de formes et de dimensions. Les caractères généraux sont l'inclinaison et la longueur des grilles, l'alimentation d'air par les deux faces du foyer. Les bouilleurs longitudinaux partagent le foyer. La disposition du bouilleur adoptée par MM. Tembrinck et Toni Fontenay est depuis longtemps appliquée par M. Beauty sur le chemin de fer de South-Eastern; les rabats en métal et en terre réfractaire également.

A part cette dernière disposition, ces foyers se rapprochent plus du système Belpaire que de celui qui consiste à chicaner les courants de flammes et d'air.

Mais si l'on est frappé, comme soins d'exécution, du mérite général des constructeurs anglais, on reconnaît aussi que les 3 types anglais sont devenus pour la France insuffisants en puissance et d'un service dispendieux, à cause de leur grand poids comparé à leur faible puissance. Si on limite l'effort de traction au $\frac{1}{8}$ du poids adhérent, le type express ne peut plus dépasser 2000 kilos, les machines mixtes 3750, et les machines à marchandises 5300 kilos. Or, ces limites sont insuffisantes.

Au démarrage des trains express dans les stations, et pour conserver la vitesse sur les rampes de 5 à 6 millimètres, 12 tonnes sur les roues motrices n'empêchent pas le patinage.

La difficulté est bien plus sérieuse pour démarrer les trains de marchandises dans les garages où ils sont exposés à de fréquents arrêts.

Sur plusieurs lignes, les ingénieurs français substituent, pour les trains express, au poids adhérent de 12 à 13 tonnes, limite anglaise, celui de $21^t,4$ à 23 tonnes, avec essieux moteurs couplés ou indépendants.

Pour les machines à marchandises, ils substituent au poids adhérent de 32 à 33 tonnes, limite anglaise, ceux de 40 à $57^t,5$.

En ce qui concerne la surface de chauffe, ils substituent à celle de 100 et 125^{m2}, que les ingénieurs anglais ne dépassent pas dans leurs divers types, les surfaces de 125 à 164^{m2} pour leurs machines express, et 200 à 220^{m2} pour les machines à marchandises.

Ce qu'il faut conclure de cela, c'est que les intérêts et les circonstances n'étant pas les mêmes dans les divers pays, l'art d'exploiter les chemins de fer suit une voie spéciale suivant les besoins à desservir, et que, tout en s'empruntant l'un à l'autre beaucoup de procédés et de moyens de perfectionnement, les résultats, quelque divers qu'ils soient, ne s'excluent pas, ne se combattent pas, mais ne peuvent être en réalité comparés [1].

1. L'Exposition universelle aura servi à mettre en lumière les principes qui ont amené les ingénieurs français et allemands à utiliser pour la traction l'adhérence du poids entier des machines et de leur appro-

Exposition de Belgique.

N° 203. La Société anonyme de Couillet a exposé une *machine locomotive à marchandises à* 6 *roues couplées, foyer Belpaire.*

Cette machine est à cylindres intérieurs.

Le foyer est du système Belpaire, dont la Compagnie du Nord fait en France une large application. Ce foyer se compose d'une grille inclinée de $2^m,50$ de longueur, munie à l'extrémité inférieure d'une partie mobile qui peut être renversée pour faire tomber les mâchefers. La largeur est de $1^m,06$, et la superficie de la grille de

visionnement, sans fatigue pour la voie. Un des membres du jury, et des plus distingués, M. Sturrock, ingénieur du Great-Northern, vient d'intéresser à l'adhérence le poids entier du tender des machines à marchandises; il arme celui-ci de deux cylindres à vapeur placés à l'intérieur des roues, entre les essieux d'avant et du milieu. Ce dernier essieu est coudé pour recevoir le mouvement des pistons. Les six roues sont couplées à l'extérieur; leur diamètre est de $1^m,22$; l'écartement des essieux extrêmes est de $4^m,50$. Le conduit de vapeur part du dôme, passe sur l'enveloppe extérieure du foyer, descend sur sa face et va directement aux cylindres. Il est assez flexible pour résister aux flexions et aux torsions que produit le mouvement contrarié de la machine et du tender. Le conduit d'échappement passe par une série de tubes à travers la caisse à eau et sort à l'extérieur; son agencement est celui d'un condenseur à surface. Les foyers des machines auxquelles cette application a été faite ont $1^m,276$ de largeur et $1^m,72$ de hauteur. Leur longueur seule varie, elle est de $1^m,35$, $1^m,67$ et $1^m,85$. Ces machines sont à six roues accouplées de $1^m,51$ de diamètre, à cylindres intérieurs; l'essieu du milieu est coudé. La distance de l'essieu du milieu à l'essieu d'arrière est, avec le foyer de $1^m,85$, de $2^m,775$. La machine Engerth mixte (Nord) avait seule approché de cet écartement entre essieux accouplés.

Cet arrangement du tender auxiliaire de la locomotive réussit. Il

2^{m2},65. Les barreaux laissent entre eux un espace qui varie de 3 à 5 millimètres.

Le foyer Belpaire de la machine à fortes rampes exposée par la Compagnie du Nord a 1^{m},475 de longueur, 1^{m},775 de largeur, et 2^{m2},62 de superficie;

Celui de la machine à six essieux et à 4 cylindres, exposée en dessin par la même Compagnie, a 1^{m},85 de longueur, 1,^{m}50 de largeur et 3^{m},^{2}33 de superficie.

Une large porte s'ouvre sur l'avant et à deux battants pour la charge du foyer. Elle est garnie à l'intérieur de briques réfractaires. L'air s'introduit à la fois par la grille et par la porte. Le combustible employé est du menu, lavé et passé à travers une grille dont les fils sont espacés de 3 à 4 millimètres.

avait été pratiqué en France sur le chemin de Saint-Étienne à Lyon par M. Verpilleux pour la remonte des wagons vides sur la rampe de $14^{m}/_{m}$. Il a été abandonné parce que les locomotives ordinaires ont, depuis, suffi à l'exploitation sur cette rampe, les transports de la houille étant en descente.

Voici les résultats qu'a obtenus M. Sturrock avec le premier type, celui du plus petit foyer: le poids des trains fut élevé de 30 à 41 wagons, soit de 220 à 300 tonnes; la consommotion du charbon passa de 15^{k},20 par kilom. à 18^{k},42; elle était de 6^{k},90 pour 100 tonnes remorquées, elle s'abaissa à 6^{k},14.

Avec le second type, le chargement des trains peut être porté à 320 tonnes avec un accroissement d'un kilogrammes (19^{k},40) de houille seulement par kilomètre, ce qui abaisse la consommation à 6^{k},05 par cent tonnes remorquées. Le troisième type n'est pas encore en service.

Ces résultats sont obtenus dans le trafic ordinaire. Ces trains de houille sont à charge dans un sens et vides ou faiblement chargés d'autres marchandises dans le sens du retour.

L'attention s'est promptement éveillée sur ces avantages, et plusieurs Compagnies entreprennent l'essai des tenders auxiliaires. C'est à la fois un progrès comme économie de transport et comme efficacité du chemin de fer.

La grille est chargée aussi également que possible d'une faible épaisseur de houille. Elle n'a pas besoin d'être piquée, et elle peut être nettoyée complétement en marche, sans abaissement sensible de la pression. A part le travail résultant de chargements plus fréquents, le foyer Belpaire semble répondre par la simplicité de ses dispositions aux diverses conditions requises. Il est suffisamment fumivore, en ce sens qu'il ne dépend que du chauffeur qu'il le soit complétement. Sa longueur permet le mélange et l'échauffement de l'air et des gaz combustibles, de sorte que le combustible peut être complétement utilisé. Il peut fonctionner régulièrement pendant de longs trajets, l'arrêt du train n'étant pas nécessaire pour nettoyer la grille. Il se prête particulièrement aux variations de l'effort de traction par la facilité qu'il offre de régler la combustion; l'air y afflue à volonté; enfin, il est économique, puisqu'il permet l'emploi de la houille sous la forme la moins coûteuse.

Le foyer Belpaire a, comme on le voit, de grandes qualités, mais il a aussi des inconvénients : il nécessite un service très-actif de la part du chauffeur. Ses dimensions exigent qu'il soit placé au-dessus des roues, ce qui lui ôte de la hauteur et élève le centre de gravité de la machine; mais cet inconvénient est compensé par la facilité qu'il offre de répartir très-également le poids de la machine sur les essieux. Le foyer Belpaire est donc une solution de première importance dans la question si sérieusement agitée aujourd'hui de la substitution de la houille au coke.

La machine locomotive exposée par la Belgique a les dimensions suivantes :

Surface de chauffe	114^{m^2} 00
Diamètre des cylindres	0^m 445
Course	0 600
Diamètre des roues	1 460
Écartement des essieux extrêmes	3 980
Poids de la machine pleine	33^t 500

Exposition autrichienne.

N° 547. Siegel, C. G., Vienne. Vahringerline. *Machine locomotive.*

Cette machine est indiquée au catalogue, mais elle n'avait pas paru en mai à l'exposition.

N°s 548 et 549. Compagnie des chemins de fer de l'État. Vienne. N° 549. *Machine express Dupleix à 4 cylindres;* N° 548. *Machine locomotive pour courbes de faible rayon et grandes inclinaisons*, construites par M. John Haswell.

La notice distribuée par la société autrichienne aux membres du jury, sur les machines qu'elle a exposées, nous permet de donner sur ces machines les intéressants détails qui suivent :

N° 549. *Locomotive Dupleix pour trains express.*

La société autrichienne a fait construire dans sa fabrique de machines à Vienne, pour le service des trains express de ses lignes, 12 locomotives à grande vitesse, à 6 roues, placées sous le corps cylindrique ; les 4 roues de support sont à l'avant, et les roues motrices à l'arrière. Ces locomotives desservent des lignes avec rampes de $\frac{1}{150}$ ($6^m/_m66$), et des courbes de 280^m de rayon.

M. Haswell a appliqué à l'une de ces 12 machines, une paire de cylindres de chaque côté, agissant sur une double manivelle, dont les deux tourillons sont aux extrémités d'un même diamètre.

Ce mécanisme réalise l'équilibre des masses en mouvement sans qu'il soit besoin d'ajouter des contre-poids aux roues motrices.

Les données principales qui se rapportent à cette machine sont les suivantes :

Diamètre des roues.	Motrices	2m 055
	Porteuses	1 264
Écartement des essieux extrêmes		3 477
Charge sur l'essieu d'avant		10 000k
—	du milieu	9 700
—	d'arrière (moteur)	12 500
Charge totale		32 200
Surface de grille		1m² 40
Vide entre les barreaux		0m 020
Longueur intérieure de la boîte à fumée (en bas)		1 300
Largeur — —		1 115
Hauteur intérieure		1 473
Nombre des tubes		» 160
Longueur intérieure des tubes		4 425
Diamètre extérieur —		0 053
Surface de chauffe des tubes		117m² 1280
—	de la boîte à feu	7 7950
—	totale	124 9230
Diamètre intérieur des cylindres		0m 277
Course des pistons		0 632
Longueur des bielles motrices		2 213
Capacité des caisses à eau		8m³ 530
Plus grande longueur de la machine		8m 363
—	largeur	818

La chaudière est alimentée par deux injecteurs Giffard.

L'intention de l'ingénieur, en employant quatre cy-

lindres agissant alternativement, au lieu de deux, a été de remédier aux inconvénients des contre-poids, qui, lorsqu'ils sont calculés pour annuler entièrement les mouvements horizontaux dans le sens de la longueur et de la largeur de la machine, produisent une grande inégalité de pression sur les rails, à cause de la force centrifuge dont ils sont animés. Il a voulu obtenir à la fois l'équilibre vertical et l'équilibre horizontal ; il a espéré qu'en raison de la suppression des actions perturbatrices les plus graves, les conditions d'usure de la machine seraient améliorées et que la conservation des bandages et des rails ferait plus que compenser l'excédant d'entretien du double mécanisme résultant de l'emploi de quatre cylindres ; sans compter l'avantage pour les machines express de pouvoir, en toute sécurité, atteindre les plus grandes vitesses.

Les essais ont confirmé les prévisions de l'ingénieur, en ce qui concerne la stabilité qu'il voulait obtenir. La machine suspendue, et les roues motrices faisant 400 tours par minute (42^{m}75 par seconde ; 154 kilomètres à l'heure), les oscillations horizontales ne dépassaient pas 5 $^m/_m$. Elles étaient pour la vitesse de 85 kilomètres, horizontalement de 0$^m/_m$88 et verticalement 3$^m/_m$29. Tandis qu'à la même vitesse de rotation, les oscillations d'une machine semblable, mais à deux cylindres, donnaient 6$^m/_m$6 horizontalement et 41$^m/_m$ verticalement.

Enfin, la machine mise en service le 23 décembre 1861, jusque vers la fin de 1862, avec des trains de 50 tonnes et poussée à la vitesse de 106 kilomètres, s'est montrée parfaitement stable; elle n'a été retirée du service

que pour être envoyée à l'Exposition. Elle avait parcouru sans le moindre dérangement 4166 kilomètres.

N° 548. *Locomotive de Montagne*, « Steierdorf. ».

Cette locomotive est destinée au chemin de fer en construction entre Orwitza et Steierdorf (Banat) de 38,8 kilomètres de longueur, qui a pour objet de mettre en communication les riches mines de houille et les usines de Steierdorf avec le chemin de fer du Sud-Est.

Le terrain est très-accidenté ; il exige, sur 17 kilomètres de longueur des rampes de $\frac{1}{50}$ (20 $^m/_m$), et en même temps de nombreuses courbes de 114 mètres de rayon.

La voie de ce chemin en rails Vignole, pèse seulement 25^k3 par mètre courant. Les portées d'axe en axe des traverses sont, aux joints, de 0^m632, et dans les parties intermédiaires de 0^m885. La voie a 1^m436 de largeur normale, et 1^m467 dans les courbes de moins de 284^m de rayon.

Cette machine devait avoir avant tout une flexibilité telle qu'elle pût passer dans les courbes de 114^m de rayon sans trop fatiguer ni la voie, ni le mécanisme même ; la charge par essieu ne devait pas dépasser 9 tonnes 5. Le chemin de fer sert au transport des houilles. Les wagons chargés marchent en descendant, et on n'a à faire remonter sur les rampes que des wagons vides ou peu chargés. La locomotive doit pouvoir remorquer 25 wagons à houille vides. Un wagon vide pèse 4^t25 ; le poids du train à remonter est donc, non compris le poids de la locomotive et du tender, de 110 tonnes.

La vitesse du convoi est de 11 à 15 kilomètres à l'heure. La force de traction pour remorquer le train est

de 5170 kilog. On a posé comme condition que le poids utilisé pour l'adhérence devait dépasser 42 tonnes.

Un essieu ne devant être chargé que de 9 tonnes et demie au plus, il s'en est suivi la nécessité de 5 essieux moteurs.

Les principales dimensions de la machine Steierdorf sont :

Longueur de la grille	1m 171
Largeur en arrière	1 000
Surface —	1m² 40
Longueur de la boîte à feu en bas	1m 471
Largeur — —	0 891
Hauteur — en avant	1 341
Nombre des tubes	« 158
Longueur intérieure des tubes	4 425
Diamètre extérieur	0 053
Surface de chauffe des tubes	115m² 69
— de la boîte à feu	7 22
— totale	122 91
Diamètre des cylindres	0m 461
Course du piston	0 632
Diamètre d'un cylindre à vapeur du frein	0 197
Plus grande course du piston	0 250
Longueur du balancier du piston	0 395
— du levier du côté de la tige de pression	0 500
— du sabot du frein	0 263
Rapport des leviers	1 9
Nombre de roues	» 10
Diamètre des roues	1 000
Écartement des essieux extrêmes du train de la machine	2m 212
Écartement des essieux du train du tender	2 212
— total des essieux extrêmes	5 874
Capacité des caisses à eau	5m³ 056
Plus grande longueur de la machine	10m 326
— largeur —	2 963
Poids total de la machine	46 750 k

L'accouplement des essieux de la machine avec ceux du tender a été, de la part de M. Engerth, l'objet d'une étude très-approfondie dont la notice de la Compagnie contient toutes les données qu'il serait trop long de reproduire ici.

Les essais de la machine ont, d'après un procès-verbal officiel, donné les résultats suivants:

Avec une charge brute de 152 à 200 tonnes, dans des courbes de 92 à 189 mètres de rayon, et à une vitesse de 22 kilomètres et demi, la marche de la machine a été toujours facile; les pièces du mouvement fonctionnaient d'une manière irréprochable, les roues n'ayant pas grippé un instant contre les rails.

Exposition Prussienne.

Cette exposition présente un bien vif intérêt par le reflet que jettent sur l'application de l'acier à la construction des locomotives les magnifiques résultats obtenus par M. Krupp.

Ce n'est pas ici le lieu d'entrer dans des détails techniques sur cette partie de l'exposition, car les chemins de fer ne sont que pour une part limitée dans les grands spécimens exposés par M. Krupp. Ce sont moins les masses obtenues, et les procédés pour les façonner au moyen d'outils d'une puissance qui n'avait pas encore été atteinte, qui intéressent les chemins de fer, que la perfection dans la qualité des produits, comme résistance à l'usage, et leur égalité.

Les bandages en acier de M. Krupp se sont ré-

pandus en France et en Angleterre, et leur prix est le seul obstacle à une plus grande généralisation de leur emploi. Il est à désirer que la simplification des procédés de fabrication ait pour résultat l'abaissement du prix, car l'intervention d'un métal aussi résistant dans les arts mécaniques ne peut qu'amener la révolution la plus favorable dans la construction des machines.

N° 1254. — Borsig à Berlin. — *Machine locomotive et tender.*

Cette machine est à quatre roues couplées à l'arrière. L'emploi de l'acier est très-étendu dans les pièces du mouvement, la bielle d'accouplement est particulièrement légère. Ce type est exclusivement adopté pour les différents services de voyageurs et de marchandises sur le chemin de fer de Cologne à Minden. Cela est une nouvelle preuve de la nécessité que l'on retrouve partout de spécialiser les machines suivant la nature et l'importance du trafic à desservir. Le nombre des machines construites dans les ateliers de M. Borsig, atteint celui des machines livrées par les ateliers les plus en renom d'Angleterre et de France. On peut donc admettre, que ce type est choisi avec une parfaite connaissance de cause, et que sa faiblesse et sa légèreté apparentes suffisent néanmoins au service à accomplir. Les particularités qu'offre encore cette machine sont une détente variable à double tiroir, qui n'est pas applicable dans la machine à voyageurs. Une suspension à compensation des deux essieux moteurs, et à l'avant une disposition qui a pour résultat de faire porter la chaudière et le méca-

nisme sur trois points, un à l'avant et deux à l'arrière.

Voici les principales dimensions de cette machine :

Foyer	Longueur	1m 95
	Largeur moyenne	0 982
	Hauteur du ciel au-dessus de la grille	1 258
	Surface de la grille du foyer.	1m² 080
Tubes	Nombre	» 156
	Diamètre extérieur	0m 0492
	Épaisseur	0 0023
	Longueur entre les plaques tubulaires	4m 19
Surface de chauffe	Du foyer	6m² 00
	Des tubes (intérieurement)	89 50
	Totale	95 50
Diamètre extérieur de la partie cylindrique		1m 245
Chaudière	Épaisseur des tôles, chaudière.	0 0148
	Epaisseur des plaques de cuivre du foyer	0 016
	Épaisseur des plaques tubulaires	0 023
	Épaisseur des tôles de la plaque de la boîte à feu	0 026
	Longueur de la boîte à fumée extérieurement	0 788
	Diamètre de la boîte à fumée extérieur	1 483
	Hauteur de l'axe de la chaudière au-dessus des rails	1 915
Tension	De la vapeur	8 atm.
Cylindres	Diamètre intérieur des cylindres	0m 432
	Course du piston	0 560
	Écartement d'axe en axe des cylindres	1 884

Roues	Diamètre extérieur des roues accouplées	1m 375
	Diamètre extérieur des roues libres	1 020
	Diamètre de centre en centre des roues extrêmes	3 370
Poids	Poids adhérent des 9 roues accouplées	
	Poids des roues libres sur les rais	»
	Poids de la machine pleine	»
	— — vide	»
Tender	Contenance d'eau	6m³ 3
	— de combustible (coke)	3t 5
	Écartement des roues extrêmes	3m 45

Cette machine est une machine à marchandises avec cylindres extérieurs. Toutes les roues sont situées entre les boîtes à feu et à fumée. La répartition des poids est constante sur les trois essieux.

De chaque côté de la locomotive se trouve un ressort ordinaire pour les deux roues couplées, lequel ressort porte le poids de la machine par l'intermédiaire d'un levier compensateur, de telle sorte, que les roues couplées sont toujours également chargées, afin que l'usure des bandages soit égale.

Les roues porteuses supportent la machine au moyen de deux ressorts liés par un levier compensateur. Il en résulte que le poids total de la machine repose sur trois points, et qu'aucun des essieux ne peut être chargé ni trop ni trop peu.

La pression transmise aux rails par les quatre roues

couplées est de 24 tonnes; celle des roues porteuses, ensemble, de 8 tonnes. . .

Le maximum de la puissance de traction que la locomotive puisse développer est de 4500 kilogrammes à une vitesse de 20 kilomètres à l'heure.

L'admission de la vapeur a lieu pendant les trois quarts de la longueur de la course, quand la machine fournit sa puissance de traction maximum, et la sortie commence aux dix-neuf vingtièmes de la course.

La détente variable, s'obtient au moyen d'un tiroir de détente placé sur le tiroir ordinaire, l'admission de la vapeur étant seule variable, tandis que la sortie est constante à tous les degrés de détente.

En marchant à grande détente, avec un tiroir ordinaire à grand recouvrement, la sortie de vapeur doit avoir lieu plus tôt, ce qui entraîne une perte de force d'autant plus grande que la vitesse de la machine est plus petite, et qui est par conséquent très-notable pour les machines à marchandises.

Les tiges de piston, les bielles de piston et d'accouplement, les boutons de manivelle sont en acier fondu ; les dimensions en sont consacrées par une longue expérience sur un grand nombre de lignes d'Allemagne.

Les boîtes à graisse sont en fer forgé; les surfaces frottantes sont en métal dur.

Le tender peut contenir 3.5 tonnes de combustible et 6.5 mètres cubes d'eau.

L'écartement des roues extrêmes du tender est de 3 mètres 45.

Le poids du tender vide est de 11 tonnes.

Exposition Saxonne.

N° 2319. Hartmann à Chemnitz, expose une locomotive dont le caractère particulier est dans un truck ou bogie d'une disposition nouvelle placé à l'avant de la machine. Le châssis de ce truck, qui n'est supporté que par un seul essieu, est triangulaire; il est attaché par une extrémité à une espèce de cheville ouvrière qui lui permet de se mouvoir transversalement dans une certaine limite. Il supporte à l'avant le corps de la machine par trois points qui permettent également un mouvement transversal.

Voici quelques-unes des dimensions de cette machine.

Surface de la grillle		1m²07
— de chauffe des 148 tubes	73m² 50	80 »
— du foyer	6 50	
Course des pistons		0m 56
Diamètre des roues couplées		1 37
— des pistons		0 38
Distance entre les essieux extrêmes		3 57
Poids sur les rails pour chaque paire de roues couplées		10t 08
Poids sur les roues d'avant		6 04
Poids de la machine avec ses approvisionnements d'eau et de charbon		28t 00



CHAPITRE III.

CONCLUSIONS SUR LES EFFORTS QUE DOIVENT FAIRE LES CONSTRUCTEURS FRANÇAIS POUR PERFECTIONNER LES MACHINES LOCOMOTIVES. INDICATION DES MESURES PAR LESQUELLES LE GOUVERNEMENT POURRAIT SECONDER LEURS EFFORTS.

Les Compagnies de chemins de fer français adoptent des types de machines locomotives qui conviennent à la nature du trafic à desservir et à son importance. Ces types s'éloignent de plus en plus de ceux des chemins de fer étrangers à mesure qu'on en exige plus dans notre pays en puissance et en économie du transport. Ils ont réussi à réaliser cette économie dans le transport des marchandises.

En ce qui concerne spécialement la grande vitesse de marche avec une puissance limitée au poids adhérent d'un seul essieu moteur, les types à peu près identiques employés dans les deux pays ne réussissent en Angleterre que parce que la grande vitesse s'y paye un tiers environ en plus qu'en France; nous ne pouvons donc donner autant au tarif des concessions sans sortir du type anglais. C'est ce qu'on s'efforce de faire sur les lignes où les besoins de vitesse ont pris un développement suffisant.

Mais si, sous ce rapport, c'est dans l'étude approfondie de nos besoins que nous chercherons la meilleure

direction du progrès, il en est autrement de la construction en elle-même en ce qui concerne les matières employées. L'infériorité de la France est patente à cet égard. Dans la période d'apparition de l'acier puddlé, des tentatives ont été faites; elles ont échoué par suite de la mauvaise qualité de ces aciers et de leur inégalité; l'emploi de l'acier fondu lui-même a été abandonné par la plupart des constructeurs pour les mêmes causes.

L'enseignement que donne l'Exposition est que la première condition du succès, en fait de qualité d'acier, est dans la possession des minerais spéciaux et de combustibles purs. C'est par là que l'Allemagne l'emporte sur l'Angleterre et l'Angleterre sur la France.

On peut supposer que la France est riche en minerais susceptibles de produire de l'acier par un traitement simple et peu dispendieux. Elle en a une si immense variété! Mais l'expérience n'a pas prononcé encore suffisamment sur le parti à en tirer, et il est possible que le combustible soit cher et de mauvaise qualité là où le minerai se trouvera dans de bonnes conditions.

Comme cela paraît être malheureusement en France le cas le plus général, le moyen le plus certain d'y stimuler la fabrication de l'acier serait d'en accroître la consommation, et en conséquence d'ouvrir la porte aux qualités que, jusqu'à ce jour, l'Allemagne et l'Angleterre peuvent seules nous fournir. Pour que cette mesure soit efficace elle doit s'étendre aux pièces fabriquées en acier: les bandages, les roues pleines, les essieux coudés, et les tôles d'acier devraient, en conséquence, être assimilés, à l'importation en France, au fer ordinaire.

Une autre mesure nous paraît propre à développer la construction des machines locomotives en France; c'est la facilité d'importer, au droit du fer, les outils servant à travailler le fer pour la fabrication des machines. L'outillage des ateliers anglais se renouvelle chaque jour en se spécialisant. Il est aujourd'hui très-supérieur à celui des ateliers français. C'est là une cause d'infériorité dans la fabrication des machines locomotives qu'il importe de faire disparaître.

Un autre point sur lequel se porte l'attention, en France, parce qu'il y constitue un obstacle de plus en plus sérieux aux progrès mécaniques, c'est l'influence de la législation des brevets. Depuis plusieurs années, un flot immense de brevets s'élève comme un rempart presque inaccessible devant les moindres comme devant les plus larges modifications du matériel des chemins de fer. Dans le vaste champ des dispositions mécaniques plus ou moins ingénieuses, appliquées, puis délaissées, puis reprises en partie et appliquées de nouveau avec succès, l'ignorance, la spéculation ou l'intrigue ont tout ramassé et se sont approprié à la fois ce qui se fait, ce qni ne se fait plus, et ce qui a quelque chance d'être de nouveau appliqué.

A mesure que la science découvre un principe nouveau, une loi, un corps ou de nouvelles propriétés d'un corps, une nuée de soi-disant inventeurs en traduisent immédiatement les applications à toutes les industries et s'emparent de l'usage le plus simple qui en pouvait être fait.

Cette lèpre des faux inventeurs est facile à reconnaître

aux marques d'ignorance que constate la rédaction même du plus grand nombre des brevets. Elle monte et tend à couvrir le corps tout entier de l'industrie; elle constitue elle-même une industrie, une profession qui veille aux portes des ateliers, des bureaux de dessin, des laboratoires; qui s'y introduisent indiscrètement, déloyalement, pour épier les progrès des idées ou de l'étude, les devancer et s'en attribuer la propriété. Aujourd'hui, le secret d'une amélioration doit être bien gardé si son inventeur veut avoir le temps d'en faire l'essai. Il y a plus : l'employé le plus honnête, l'agent que sa situation attache aux travaux de l'industrie, devient incertain de savoir s'il gardera et exploitera lui-même, ou s'il laissera à celui pour lequel il travaille les idées que la situation qui lui a été faite, fait germer et éclore en lui.

A part la moralité négative d'une institution qui assure une prime aux plagiaires et aux employés indiscrets ou infidèles, si l'on considère le développement inouï de l'envahissement par les brevets du domaine de l'industrie et de la science, on reconnaît qu'il y a une impossibilité réelle à ce qu'un état de choses si contraire à tout progrès se maintienne.

Nous présenterons enfin une dernière considération dont l'exposition montre l'opportunité. Les ouvriers anglais et allemands, employés dans la construction des machines, possèdent, plus que les ouvriers français, les notions scientifiques spéciales à leur industrie. Pourquoi? Ils n'ont pas l'intelligence plus apte à l'étude; ils n'ont pas plus d'intérêt à s'instruire, non; mais il leur est plus facile d'acquérir ces notions. L'enseignement entre, à cet

égard, dans le courant des habitudes de la vie de l'ouvrier anglais. Des institutions gratuites et spéciales pour la jeunesse et pour l'adulte offrent à la fois l'occasion de l'activité intellectuelle et du repos physique. L'adulte, qui y est conduit par le sentiment de son intérêt et de son devoir, y entraîne l'apprenti, et l'habitude les y ramène chaque jour.

En France, de généreux et habiles efforts se font dans cette voie : trois écoles d'arts et métiers forment des hommes auxquels la carrière est ouverte, et dont le plus grand nombre atteint de belles positions dans les rangs du travail ; puis viennent quelques centres d'enseignement gratuit. Mais ces rares institutions, au lieu d'être voisines du domicile de l'ouvrier, d'être sur son chemin comme l'école primaire, l'appellent à de grandes distances, exigent un changement de tenue et sont ainsi inconciliables avec le besoin de repos qui suit la fatigue de la journée. Il faut cependant un enseignement scientifique à l'ouvrier mécanicien. Sans cet enseignement professionel, la France restera inférieure aux autres nations dans les arts mécaniques. L'adresse et l'intelligence ne suffisent plus ici, il leur faut un guide ; les sciences exactes peuvent seules le donner. Où trouver une occasion plus belle et plus opportune de provoquer l'intervention du gouvernement ?



NOTICE DE M. J. PETIET

SUR LES TROIS TYPES DE LOCOMOTIVES PRÉSENTÉS A L'EXPOSITION UNIVERSELLE PAR LA COMPAGNIE DU CHEMIN DE FER DU NORD.

CHAPITRE I.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

Le chemin de fer du Nord, dont la concession remonte au mois de septembre 1845, a conservé en service toutes les locomotives qu'il a commandées. En les appropriant successivement au travail à effectuer, il en a toujours tiré un parti convenable.

La Compagnie, en envoyant à l'Exposition universelle trois types de machines, dont certaines dispositions diffèrent de celles appliquées généralement, ne revendique ni invention ni priorité. Ses ingénieurs, qui lui sont attachés depuis plus de 15 années, désirent seulement apporter leur contingent aux perfectionnements du système de traction des trains; ce qu'ils ont principalement cherché dans les locomotives exposées, c'est la réduction

du poids inutile, autrement dit du *poids mort*, et l'introduction de certaines améliorations qu'on obtiendra peut-être ailleurs par d'autres moyens.

Cela dit, expliquons l'ordre d'idées qui nous a conduit aux dispositions présentées.

Pour remorquer dans des conditions économiques un train ordinaire de voyageurs à *grande vitesse*, ou pour traîner un lourd train de marchandises à *petite vitesse*, il faut des locomotives puissantes. Or, ce qui constitue la puissance d'une locomotive, c'est, avant tout, la faculté qu'elle a de produire une grande quantité de vapeur. Il faut donc une chaudière énergique avec un foyer capable de brûler du combustible en quantité suffisante.

C'est là le premier élément, et c'est certainement le plus essentiel.

Le second élément, c'est la force de traction intimement liée à l'adhérence.

Un troisième élément, qui doit être pris en sérieuse considération, surtout lorsque l'inclinaison des pentes sur lesquelles les trains doivent circuler devient considérable, c'est le poids du moteur avec ses approvisionnements.

En résumé, le but théorique vers lequel on doit tendre, c'est d'obtenir une forte production de vapeur et un grand effort de traction avec un poids de moteur, approvisionnements compris, aussi restreint que possible.

Cette notice, plus particulièrement écrite pour les hommes spéciaux composant le jury, ne peut entrer dans des détails qui lui seraient inutiles. Elle s'appuiera cependant sur des descriptions et documents relatifs au matériel de la Compagnie, qu'il nous a paru essentiel de

donner comme pièces à l'appui, sous forme de croquis et de tableaux comparatifs.

L'examen que nous allons faire comprendra deux parties : l'une relative à l'appareil de vaporisation, l'autre à la machinerie.

Dans les deux cas on fera ressortir les dispositions au moyen desquelles on peut réduire le poids de l'ensemble du moteur.

1° Appareil de vaporisation.

L'appareil de vaporisation se compose de trois parties distinctes : le foyer, les tubes et la cheminée.

La plupart des foyers ont leur largeur limitée par l'obligation où l'on est de les placer entre les longerons, ou au moins entre les roues, lorsque les longerons sont extérieurs. Nos grosses locomotives à marchandises, système Engerth, ont pu avoir un foyer relativement beaucoup plus large, parce que l'écartement du quatrième au cinquième essieu a permis de le placer entre les boudins des roues.

Les locomotives envoyées à l'exposition ont le foyer placé au-dessus des roues et des longerons ; il a donc été possible de lui donner une grande largeur (soit $1^m,77$ et $1^m,80$). En élargissant les foyers, on peut mettre des tubes dans le corps cylindrique en plus grande quantité ; on peut de plus obtenir, sans allongement de la chaudière, une plus grande surface de grille, et l'on sait que pour brûler des combustibles de basse qualité il faut augmenter notablement la surface de la grille.

Les grilles des locomotives envoyées à l'exposition sont toutes du système breveté par M. Belpaire, ingénieur en chef au chemin de fer de l'État de Belgique. Onze locomotives semblables à celle exposée fonctionnent avec succès sur les lignes du Nord et sont alimentées exclusivement avec des menus charbons.

Voici la comparaison des surfaces de grille des diverses locomotives du chemin de fer du Nord.

Locomotives à voyageurs.

Système Buddicom	0m 932 × 1m 057 = 0m 985
Système Crampton	1 236 × 1 056 = 1 305
Mixte Engerth	1 282 × 1 050 = 1 340
A 4 cylindres, dont le plan est exposé	1 475 × 1 775 = 2 620

Locomotives à marchandises.

Petites	3 essi. coupl.	0m 949 × 0m 934 = 0m 880
Moyennes	3 —	1 400 × 1 020 = 1 430
Grosses Engerth	4 —	1 440 × 1 350 = 1 944
Fortes rampes (exp.)	4 —	1 475 × 1 775 = 2 620
4 cylindres (plan ex.)	6 —	1 850 × 1 800 = 3 330

La surface de grille de la locomotive à voyageurs à 4 cylindres est donc le double de celle des locomotives Engerth mixtes et Crampton.

La surface de grille de la locomotive à marchandises à 4 cylindres est de 70 p. 100 plus grande que celle des grosses Engerth ; elle est près de 4 fois aussi grande que celle de nos petites locomotives à marchandises.

Les foyers des locomotives exposées, comparés aux surfaces de chauffe, ne présentent évidemment aucune économie de poids, parce que les grilles ont une très-

grande étendue, que leurs barreaux sont fort minces, très-rapprochés, et par conséquent assez lourds.

Le ciel des foyers est formé par deux parois parallèles réunies par des entretoises, comme dans les parois latérales des foyers des locomotives généralement en usage.

Les locomotives du chemin de fer du Nord ont des tubes dont la longueur varie de 2^m,74 à 5 mètres; leur diamètre extérieur varie de 0^m,045 à 0^m,055.

Dans les locomotives exposées, nous avons donné la préférence aux tubes de 3^m,50 de longueur; cela nous a permis, en adoptant un diamètre de 0,040, de réduire l'épaisseur moyenne du métal à 1 1/2 millimètre, et d'obtenir ainsi une économie sensible à la fois sur le poids du moteur et sur le poids de l'eau contenue dans la chaudière, puisque celle-ci est relativement plus courte.

Afin de pouvoir mettre plus de tubes dans le même générateur, nous avons restreint le volume de vapeur disponible, en reportant le réservoir dans un second corps tubulaire, traversé et entouré par la fumée sortant de la chaudière principale. La chaudière porte donc ainsi un sécheur, qui a pour but de permettre de diminuer sans inconvénient le volume réservé à la vapeur, et qui a pour résultat d'enlever à cette vapeur la plus grande partie de l'eau qu'elle entraîne presque toujours avec elle.

La surface de chauffe de ce sécheur, fort simple et fonctionnant d'une manière normale, varie de 12 à 22 mètres carrés.

Voici les dimensions de surface de chauffe des diverses chaudières des locomotives du chemin de fer du Nord :

DÉSIGNATIONS.	TUBES.		CORPS cylindriq.	SURFACES DE CHAUFFE			
	Diamètre.	Longueur.	Diamètre.	au foyer.	aux tubes.	au sécheur	totale.
Locomotives à voyageurs.	m.	m.	m.	m².	m².	m².	m².
Système Buddicom, 1 essieu moteur.	0,045	2,740	1,115	5,41	57,17	»	62,58
— Crampton, 1 essieu moteur.	0,050	3,657	1,215	6,31	91,08	»	97,39
— Engerth, 2 essieux couplés.	0,050	4,500	1,271	8,50	117,00	»	125,50
— à 4 cylind.. 2 essieux moteurs.	0,040	3,500	1,278	10,06	144,76	12,98	167,80
Locomotives à marchandises.							
Petites. 3 essieux couplés..	0,050	3,800	0,950	5,50	68,60	»	74,10
Moyennes. 3 essieux couplés..	0,050	3,243	1,500	9,07	117,53	»	126,60
Grosse Engerth. 4 essieux couplés..	0,055	5,000	1,500	10,76	186,23	»	196,99
Fortes rampes. 4 essieux couplés..	0,040	3,500	1,278	10,06	144,76	12,98	167,80
4 cylindres. 6 essieux couplés..	0,040	3,500	1,450	10,00	189,00	22,00	221,00

En comparant les deux types de machines à 4 cylindres aux machines du système Engerth, on voit de suite combien les chaudières nouvelles sont plus compactes.

Ainsi, avec le même diamètre (1,278 au lieu de 1,271) et une longueur de 3^{m},50 au lieu de 4^{m},50, la locomotive à voyageurs à 4 cylindres a une surface de tubes de 145 mètres, tandis que l'Engerth n'a que 117 mètres.

La chaudière de la locomotive à marchandises à 4 cylindres ayant un diamètre de 1^{m},450 et une longueur de 3^{m},50, a une surface de tubes de 189 mètres, tandis que l'Engerth, malgré son diamètre de 1^{m},50 et sa longueur de 5 mètres, n'a que 186 mètres carrés.

Il est bien évident que, pour la partie cylindrique de la chaudière, les dispositions employées donnent, pour le poids du mètre carré, une réduction très-notable que nous préciserons plus loin.

L'élévation de la grille au-dessus des roues, l'emploi du sécheur horizontal, ne permettraient qu'une cheminée d'une longueur insuffisante. Nous avons donc été amenés à mettre la cheminée horizontale. Mais il est clair qu'avec un tirage artificiel la direction de la cheminée est insignifiante.

La chaudière entière, comprenant son enveloppe, ses supports, les appareils de sûreté, le régulateur complet, les tuyaux de prise de vapeur et d'introduction aux cylindres, les pompes d'alimentation et leurs accessoires, l'échappement et la cheminée, le sécheur horizontal et la grille, a été pesée ou son poids cal-

culé pour les types que nous examinons. On a tenu compte, en outre, du poids de l'eau et du poids du combustible; en comparant ces poids à la surface de chauffe, on arrive aux résultats indiqués au tableau ci-contre :

DÉSIGNATIONS.	POIDS			SURFACE DE CHAUFFE.	POIDS PAR MÈTRE CARRÉ DE CHAUFFE.		
	Chaudières et accessoires.	Eau et combustible.	Ensemble.		Chaudières et accessoires.	Eau et combustible.	Ensemble.
	k.	k.	k.	m².	k.	k.	k.
Locomotives à voyageurs.							
Système Buddicom	6 300	2 200	8 500	62	101	36	137
— Crampton	9 100	3 500	12 600	97	94	36	130
— Engerth	12 500	3 850	16 350	126	99	31	130
— à 4 cylindres	12 800	3 320	16 120	168	76	20	96
Locomotives à marchandises.							
Petites	7 950	1 900	9 350	74	107	27	134
Moyennes	12 200	5 100	17 300	126	97	40	137
Engerth	16 500	6 300	22 800	197	84	27	111
A 4 cylindres	14 800	4 460	19 260	221	67	20	87

La chaudière complète, contenant son eau et ayant le combustible dans le foyer, ne pèse : pour la locomotive à voyageurs à 4 cylindres, que 96 kilogrammes le mètre carré de chauffe, tandis que le poids du mètre carré est de 130 kilogrammes dans les machines Engerth et dans les Crampton. La locomotive à 4 cylindres à marchandises ne pèse que 87 kilogrammes au lieu de 111 kilogrammes pour les grosses Engerth, poids déjà très-réduit comparé aux premières machines.

2° Machinerie.

Sous la dénomination de machinerie, nous comprenons le mécanisme composé des cylindres, pistons, bielles et roues motrices; le châssis servant d'intermédiaire entre les roues de support et les roues motrices, et soutenant la chaudière; enfin le tender lui-même, y compris les approvisionnements d'eau et le combustible, les agrès, etc. Cette seconde partie de la locomotive entre pour les deux tiers environ dans le poids total.

Nous examinerons séparément les machines locomotives à voyageurs et celles à marchandises.

Locomotives à voyageurs. — Les nécessités d'un service qui est quelquefois très-chargé sur les lignes fréquentées, et la présence de pentes assez fortes, ont obligé les Compagnies à commander depuis assez longtemps des locomotives à voyageurs puissantes, et à accepter presque généralement l'accouplement par bielles de deux des essieux. Mais pour les trains *express* devant marcher

à des vitesses de plus de 60 kilomètres à l'heure, l'accouplement de deux essieux présente des inconvénients. Il est difficile que le diamètre des 4 roues reste longtemps égal : au bout d'un certain temps, une des paires de roues ayant éprouvé une plus grande usure a un diamètre plus faible, ce qui entraîne à un frottement supplémentaire fatiguant les bielles d'accouplement. En outre, ces bielles ayant un poids assez grand sont exposées à se rompre à grande vitesse; c'est donc avec une certaine hésitation que l'on emploie des locomotives à roues couplées pour les trains express, et on continue à donner la préférence pour leur remorquage aux locomotives à roues indépendantes, en mettant une plus grande charge sur l'essieu moteur. Mais alors, sans parler des inconvénients que les voies en éprouvent, les bandages s'usent rapidement, et chaque fois que les circonstances atmosphériques ne sont pas favorables, l'adhérence est insuffisante et les roues patinent.

Nous éprouvons ces embarras avec nos locomotives à voyageurs : nos Engerth à roues couplées sont excellentes pour les trains de voyageurs à vitesse ordinaire, mais nous ne pouvons les mettre aux trains express dans la crainte de rupture des bielles d'accouplement. Nos locomotives Crampton remorquent très-bien nos trains express; mais sur des rampes de 0,005, et avec des trains un peu chargés, elles manquent d'adhérence.

Nous avons donc été amenés à reconnaître qu'il était indispensable d'avoir deux essieux moteurs pour les trains express, en évitant l'emploi des bielles d'accou-

plement, et nous exécutons les locomotives à 4 cylindres dont le plan est à l'exposition.

La chaudière de ces locomotives sera en tout semblable à celle de la locomotive de fortes rampes. Elle ne peut donc être placée que sur un châssis assez bas et au-dessus des roues porteuses ayant $1^m,065$ de diamètre. Les essieux moteurs sont aux extrémités; ils sont montés sur des roues de $1^m,60$ de diamètre. L'écartement des essieux extrêmes est de $5^m,17$; il est moindre que celui de certaines locomotives dont l'essieu moteur est au milieu; il n'y a donc aucune difficulté à prévoir pour le parcours de cette locomotive dans les courbes.

Les roues de petit diamètre pèsent moins, et elles n'exigent qu'un châssis court et par conséquent plus léger.

La force étant répartie entre 4 *cylindres* au lieu de 2, les pistons sont plus petits et plus légers ainsi que les bielles et tout le mécanisme.

En résumé, la locomotive à 4 cylindres, portant un approvisionnement d'eau de 7000 kilogrammes et 2000 kilogrammes de combustible, et ayant une surface de chauffe de 168 mètres carrés, ne sera pas sensiblement plus lourde que la locomotive Crampton, ayant 97 mètres de surface de chauffe, 7000 kilogrammes d'eau et 1500 kilogrammes de combustible, ni plus lourde que la mixte Engerth, avec 126 mètres carrés de chauffe, 5000 kilogr. d'eau, 1600 kilogr. de combustible : elle pèsera 48 900 au lieu de 47 500 kilogr.

Voici les dimensions et les calculs que l'on peut faire sur les divers types de locomotives du chemin de fer du Nord pour le transport des voyageurs.

DÉSIGNATIONS.	BUDDICOM.	CRAMPTON	MIXTE ENGERTH.	à 4 CYLINDRES.
Surface de grille	0,985	1,305	1,340	2,620
Surface de chauffe	62,58	97,39	125,50	167,80
Tension absolue de la vapeur dans la chaudière[1]	7atm.	8atm.	8atm.	9atm.
Diamètre des cylindres	0,360	0,420	0,420	0,360
Surface des pistons	0,2036	0,2770	0,2770	0,4072
Course des pistons	0,533	0,55	0,56	0,340
Diamètre des roues motrices	1,850	2,10	1,739	1,600
Circonférence des roues motrices	5,81	6,60	5,45	5,026
Pression sous les roues motrices	9,200k	11,000	22,400	23,100 20,700 19,700
Rapport de la vitesse de la roue à la vitesse des pistons	5,45	6,00	4,86	7,39
Traction théorique par atmosphère de pression effective	386k	477	587	569
Traction calculée avec coefficient de 0,60 de la pression effective	1390	2000	2465	2731
Rapport de la traction calculée au poids fournissant l'adhérence	0,151	0,182	0,109	0,118 0,132 0,139
Traction calculée par mètre carré de grille	1411k	1532	1840	1042
— — de chauffe	22k,3	20k,3	19k,6	16k,3
Poids de la machine et du tender avec approvisionnement complet	29,800	46,300	47,500	48,900
Poids de la machine calculée par mètre carré de chauffe	476	486	378	291

1. La pression effective est moindre de 1 atmosphère.

Les conditions d'établissement de la locomotive à quatre cylindres qui ressortent du tableau précédent sont satisfaisantes. Ses deux essieux moteurs, sans être surchargés, ont une grande adhérence, et leur force de traction est considérable. La production de vapeur, avec une surface de chauffe aussi développée, alimentera facilement les cylindres, puisque la traction calculée n'est que de 16^k par mètre carré de chauffe, tandis qu'elle est de 19 à 22^k dans les autres types.

Le poids total du moteur avec approvisionnements complets, comparé à la surface de chauffe, n'est que de 291^k, tandis qu'il est de 378 dans les mixtes Engerth et de 480 pour les locomotives Buddicom et Crampton.

Il y a cependant une observation qui se présente naturellement à l'esprit : elle concerne le diamètre des roues motrices. Ce diamètre n'est que de $1^m,60$, tandis que dans les locomotives des trains express on donne en général plus de 2 mètres.

Nous dirons d'abord que l'expérience a démontré que les très-grands diamètres ne sont pas nécessaires. Nous-mêmes, après avoir fait des locomotives système Crampton, avec roues de $2^m,30$, nous sommes revenus au diamètre de $2^m,10$ que présentent nos premières locomotives de ce système, et celles-ci vont au moins aussi bien que les autres.

Si l'on examine avec attention cette question, il semble jusqu'à un certain point que la diminution du diamètre des roues motrices ne peut avoir que des avantages si elle est accompagnée d'une diminution encore plus grande dans la course des pistons, si, en un mot, le

rapport de la vitesse de la roue à celle du piston est plus grand.

En nous reportant au tableau précédent, nous voyons que, lorsque dans la locomotive à quatre cylindres le piston marche à 1 mètre de vitesse par 1″, la circonférence de la roue est animée d'une vitesse de $7^{m},39$.

Dans la locomotive Crampton, cette vitesse est de 6 mètres;

. Dans la locomotive Buddicom, de $5^{m},45$; et enfin, dans les locomotives mixtes Engerth, cette vitesse n'est que de $4^{m},86$.

Il en résulte que, pour la même vitesse de marche d'un train, la vitesse du piston sera beaucoup plus faible dans la locomotive à quatre cylindres que dans les autres.

Si nous prenons, par exemple, la vitesse de nos express du Nord, qui est de 72 kilomètres à l'heure ou 20 mètres par 1″, la vitesse du piston sera respectivement :

	Vitesse.		Rapports.
Dans la machine à quatre cylindres de	2^{m} 71	par 1″	1 100
— Crampton...........	3 33	—	1 229
— Buddicom...........	3 66	—	1 350
— mixte Engerth.......	4 11	—	1 517

On voit donc que la vitesse des pièces mobiles sera sensiblement moindre. Mais, en outre, le poids de ces pièces est bien plus faible, puisque la tige du piston et la bielle sont plus courtes à cause du peu de longueur de la course.

Les poids des pièces animées d'un mouvement alternatif pour un des cylindres sont :

	Poids.	Rapports.
Pour la locomotive à quatre cylindres.	100 k	1 000
— Crampton.........	227	2 247
— Buddicom.........	127	1 257
— mixte Engerth.....	334	3 307

Le travail de la force perturbatrice résultant du mouvement alternatif du piston, de la bielle, etc., est proportionnel au poids de ces pièces et au carré de leur vitesse moyenne. Ce travail s'établit donc dans les proportions ci-dessous :

	Rapports.
Locomotive à quatre cylindres..	1 000 × 1 000 × 1000 = 1 000
— Crampton.........	2 247 × 1 229 × 1229 = 3 391
— Buddicom	1 257 × 1 350 × 1350 = 2 292
— mixte Engerth.	3 307 × 1 517 × 1517 = 7 609

L'influence perturbatrice résultant du mouvement alternatif des pistons et de leur mécanisme est donc bien moindre dans les locomotives à quatre cylindres que dans les autres types de locomotives à voyageurs employées au chemin de fer du Nord.

Mais on ne doit pas se dissimuler que le nombre de tours par 1″, pour la même vitesse de marche, sera plus grand, et à 72 kilomètres de vitesse à l'heure, par exemple, la locomotive à quatre cylindres devra faire quatre tours par 1″ quand la machine Crampton n'en fait que trois. Il doit en résulter une plus grande usure qu'il est difficile d'apprécier.

Supposons cependant que l'on en tienne compte par un coefficient proportionnel au nombre de tours; les rapports ci-dessus deviendraient[1] :

1. Admettons même que cette influence doive être représentée par

		Rapports.
Locomotive à quatre cylindres.....	1 000	$= 1\,000$
— Crampton...........	$3\,391 \times \frac{1\,60}{2\,10}$	$= 2\,584$
— Buddicom...........	$2\,292 \times \frac{1\,60}{1\,85}$	$= 1\,983$
— mixte Engerth.......	$7\,609 \times \frac{1\,60}{1\,739}$	$= 7\,000$

Il paraît donc certain que la réduction dans le diamètre des roues n'amènera pas un obstacle sérieux à la marche à grande vitesse de cette locomotive.

L'emploi des petites roues est une condition du système aussi bien pour les roues porteuses que pour les roues motrices; il a pour résultat d'obtenir un *poids mort* très-réduit. Avec des fusées à large surface et un bon graissage, on n'a pas à craindre de voir les boîtes chauffer. — Les trois essieux du milieu ont du jeu latéralement, de manière à se déplacer naturellement dans les courbes.

Quant à l'emploi d'un double mécanisme, il ne présente pas de difficultés : les deux distributions de vapeur sont commandées par le même levier de changement de marche, de façon que les deux groupes de machines marchent non-seulement dans le même sens, mais avec la même détente.

Il y a deux régulateurs distincts pour avoir la faculté de régler à volonté l'admission de la vapeur dans les cylindres de chaque groupe.

En résumé, les locomotives à quatre cylindres remor-

un coefficient égal au carré du nombre de tours, les rapports deviendront respectivement 1.000 — 1.969 — 1.715 — 6.440

queront à la même vitesse et sur les mêmes rampes des trains plus lourds; elles pourront monter sur des rampes plus fortes le même train à une plus grande vitesse.

Locomotives à marchandises. L'insuffisance d'adhérence que nous avons signalée dans les locomitives à voyageurs existe au même degré pour les locomotives à marchandises. — Il importe donc pour ces dernières d'utiliser pour l'adhérence le poids total du moteur et de ses approvisionnements; c'est ce qui est réalisé dans la locomotive de fortes rampes envoyées en nature à l'exposition, et dans la locomotive à marchandises à quatre cylindres et six essieux accouplés par groupes de trois, dont le plan est exposé. La faible dimension des roues (1^m,065) est motivée par l'obligation d'avoir le foyer au-dessus des roues, de diminuer le poids du moteur et de ne pas exagérer l'écartement des essieux extrêmes. La locomotive à marchandises à quatre cylindres présente un écartement de 6 mètres entre les essieux extrêmes : elle passerait donc avec difficulté dans les petites courbes, si ses essieux extrêmes n'avaient pas beaucoup de jeu dans leurs coussinets; aussi leurs fusées permettent-elles un jeu de 15 millimètres de chaque côté, soit en tout 30 millimètres; ainsi disposée, la locomotive, avec ses deux essieux moteurs écartés de 3^m,72, passera facilement dans les courbes d'un rayon de 200 mètres.

Voici les principales dimensions et les calculs de puissance de traction de divers types de locomotives à marchandises employées sur le chemin de fer du Nord, comparées aux locomotives exposées :

DÉSIGNATIONS.	PETITES MACHINES. — 3 essieux couplés.	MOYENNES CREUZOT. — 3 essieux couplés.	GROSSES ENGERTH. — 4 essieux couplés.	FORTES RAMPES. — 4 essieux couplés.	A QUATRE CYLINDRES. — 6 essieux couplés.
Surface de grille	0,880	1,430	1,944	2,620	3,330
Surface de chauffe	74,10	126,600	196,99	167,80	221,00
Tension absolue de la vapeur[1]	7^{atm}	7^{atm}	8^{atm}	9^{atm}	9^{atm}
Diamètre des cylindres	0,380	0,460	0,500	0,480	0,440
Surface des pistons	0,2268	0,3324	0,3927	0,3619	0,6082
Course des pistons	0,610	0,680	0,660	0,480	0,440
Diamètre des roues motrices	1,258	1,425	1,258	1,065	1,065
Circonférence des roues motrices	3,952	4,477	3,952	3,346	3,346
Poids sous les roues motrices	22,900	33,900	40,300	43,200 39,300 35,400	59,700 54,600 49,500
Rapport de la vitesse de la roue à celle des pistons	3,24	3,29	2,99	3,42	3,80
Traction théorique par atmosphère effective	723^{k}	1,033^{k}	1,355^{k}	1,072^{k}	1,652^{k}
Traction calculée avec coefficient de 0,65 de la pression effective[2]	2,820^{k}	4,029^{k}	6,165^{k}	2,574^{k}	8,590^{k}
Rapport de la traction calculée au poids fournissant l'adhérence	0,123	0,118	0,152	0,129 0,142 0,157	0,144 0,157 0,175
Traction calculée par mètre carré de grille	3,204	2,817	3,171	2,127	2,580
Traction calculée par mètre carré de chauffe	38^{k}	31,8	38,3	33,2	38,9
Poids de la locomotive et du tender avec ses approvisionnements complets	39,000	51,700	62,800	43,200	59,700
Poids de la machine, etc., par m. q. de chauffe	526^{k}	408	319	259	270

1. La pression effective est moindre d'une atmosphère.
2. Ce coefficient n'a rien d'absolu.

Le tableau précédent fait voir que la locomotive Engerth, comme nous l'avons dit ailleurs, présentait déjà un grand avantage, au point de vue du poids mort, sur nos autres types employés. Le poids du moteur avec ses approvisionnements au complet, qui était par mètre carré de chauffe de 526 kilogrammes dans les petites locomotives, et de 408 kilogrammes dans les moyennes à trois essieux couplés, avait été réduit à 319^k dans la grosse Engerth à quatre essieux couplés. Ce poids n'est plus que de 259^k dans la locomotive de fortes rampes envoyée en nature à l'exposition.

Avec un approvisionnement de 6000 kilogr. d'eau et 2000 kilogr. de combustible, cette locomotive pèse 43 200 kilogr. selon la répartition ci-dessous :

Essieu d'avant	10 600 kilogrammes.
Deuxième essieu	10 700
Troisième essieu	10 700
Essieu d'arrière	11 200
Total	43 200

Quand les approvisionnements sont à demi épuisés, la répartition se modifie ainsi :

Essieu d'avant	10 300 kilogrammes.
Deuxième essieu	9 700
Troisième essieu	9 300
Essieu d'arrière	10 000
Total	39 300

Les locomotives de fortes rampes sont un peu moins puissantes que nos grosses Engerth, mais elles sont incomparablement plus légères; elles remorquent sur faibles pentes des trains moins lourds que les Engerth,

mais sur des rampes de 18 millimètres par mètre cette différence s'annule. Sur des rampes de 25 millimètres et au-dessus, elles remorquent davantage; cela s'explique facilement, puisqu'elles pèsent 20 000 kilogr. de moins.

La locomotive à marchandises à quatre cylindres et six essieux accouplés par groupe de trois, dont le plan seul est à l'exposition, est en cours d'exécution dans les ateliers de MM. Ernest Gouin et Cie. C'est la première étape d'une nouvelle augmentation de puissance de locomotive. Notre intention est de faire faire à cette locomotive un service analogue à celui que nous tirons des grosses Engerth. — Les 40 locomotives de cette espèce que nous possédons depuis 1856 nous servent à remorquer les lourds trains composés de wagons chargés chacun de 10 tonnes de houille; elles sont pour nous d'une très-grande utilité, surtout pendant l'hiver, puisque une seule locomotive remorque 115 pour 100 de plus que nos petites locomotives, et 50 pour 100 de plus que nos moyennes. Leur parcours kilométrique, qui a été en moyenne de 25 000 kilomètres pendant l'année 1861, indique bien qu'elles fonctionnent d'une manière satisfaisante, surtout si l'on tient compte de l'obligation de restreindre leur marche pendant sept mois de l'année, le mouvement journalier des charbons, pendant l'été, n'étant guère que la moitié du mouvement en hiver.

La locomotive à quatre cylindres coûtera moins d'acquisition que la grosse Engerth, puisque son poids vide est moindre de 4000 kilogrammes.

Néanmoins, sa surface de chauffe aura 221 mètres carrés au lieu de 197 mètres; elle aura l'adhérence de six es-

sieux chargés de 49.5 à 59.7 tonnes, au lieu de l'adhérence de quatre essieux pesant 40 tonnes. Elle sera donc sensiblement plus puissante et fera sur nos lignes, avec facilité, un service analogue à celui de nos grosses Engerth.

Mais il est bien évident qu'en augmentant encore la surface de la grille et du foyer, en faisant usage d'une chaudière de $1^m,50$ de diamètre au lieu de $1^m,45$, et de tubes de 4 mètres de longueur au lieu de $3^m,50$, on pourra avoir une locomotive encore plus puissante, sans dépasser une charge de 10 000 à 11 000 kilogr. sur chaque essieu.

On arrivera ainsi à une locomotive ayant 250 mètres carrés de surface de chauffe et une puissance de traction effective de 8400 kilogrammes. — Deux locomotives de ce genre, l'une en tête l'autre en queue, seraient en état de remorquer un train de 180 000 kilogrammes de poids brut sur des rampes de 50 millimètres par mètre, rampes que l'on sera peut-être amené à accepter si l'on veut surmonter à court délai les grands faîtes de partage.

Résumé.

Les trois types de locomotives exposées émanent du même principe. — Puissante production de vapeur avec emploi de combustible à bas prix; — forte adhérence sans exagérer le poids sous chaque roue; — grande puissance de traction avec des mécanismes relativement légers; — enfin, réduction considérable du poids mort, avec tous les avantages qui en découlent.

CHAPITRE II.

DESCRIPTION.

---

§ 1er. Dispositions communes aux trois types de locomotives.

Les trois types de locomotives exposées offrent les particularités communes suivantes :

I. *Générateur.* — Le générateur proprement dit, le sécheur et les tuyaux de vapeur sont recouverts d'une enveloppe en laiton poli, presque inoxydable, n'exigeant aucune peinture et conservant mieux la chaleur que les enveloppes en tôle peinte.

Des douves en bois de sapin, assemblées à rainures, sont placées sous le laiton, au corps cylindrique principal et au foyer. Les tuyaux de vapeur sont préalablement garnis de corde molle goudronnée. Au sécheur, l'enveloppe en laiton recouvre directement la tôle formant carneau pour les gaz chauds, mais elle en est séparée par un matelas d'air de 15 à 20 millimètres d'épaisseur.

Le foyer affecte la formè d'un cube. En le plaçant audessus des longerons, on a pu lui donner une largeur

plus grande que celle de la voie. La paroi plane du dessus est reliée à la boîte à feu intérieure, comme pour les faces verticales, au moyen d'entretoises en fer ayant tête forgée à l'intérieur et rivure ou écrou à l'extérieur.

Les huit locomotives de fortes rampes qui restent à livrer sur la commande de vingt, aussi bien que les dix locomotives à marchandises à quatre cylindres, paraissant appelées à fonctionner sur des pentes de 5 centimètres par mètre (1/20e), auront le ciel de la boîte à feu intérieure incliné sur le même angle, de l'avant vers l'arrière, afin que sur les pentes la surface immergée soit parallèle au plan d'eau.

Pour ces machines, un niveau d'eau spécial sera ajouté sur le côté du corps cylindrique dans la ligne d'intersection des plans d'eau qui s'établissent au passage des paliers sur pentes et rampes de 5 centimètres (1/20e).

La grille est du système breveté de M. Belpaire, pour brûler les charbons menus ; elle est composée de barreaux en fonte avec jette-feu. Le vide entre les barreaux est réglé à *six* millimètres pour les charbons que l'on emploie aujourd'hui.

La porte de charge, qui est en fonte, garnie de briques réfractaires pour les premières machines, et en tôle avec contre-porte pour les autres, a 80 sur 45 centimètres d'ouverture. Elle est à deux vantaux avec prise d'air se réglant à volonté.

Le cadre du bas de foyer, en fer forgé, forme à la fois support de chaudière et encadrement de porte de charge.

La surface de chauffe tubulaire est composée de tubes en laiton (alliage 70 cuivre et 30 zinc) à épaisseur variable et à bout renflé du côté de la boîte à fumée.

Les tubes ont 1 3/4 millimètre d'épaisseur à la boîte à feu, $1^m/_m$ 1/4 près de la boîte à fumée, et $2^m/_m$ sur $50^m/_m$ de longueur à la partie renflée. Ces différentes cotes correspondent, *pour le poids*, à une épaisseur moyenne constante de $1^m/_m$ 1/2.

Les tubes sont posés sans virole dans la boîte à fumée, et avec viroles de 2 millimètres d'épaisseur dans la boîte à feu. Les trous dans les plaques, les viroles et les tubes, à l'endroit de leur assemblage, présentent rigoureusement l'inclinaison de 1/40e, de manière à assurer un contact intime sur toute la surface du joint.

Le sécheur de vapeur est établi avec tubes en fer de 80 millimètres de diamètre extérieur et 3 millimètres d'épaisseur. Les tubes sont montés sans virole dans les deux plaques tubulaires.

L'appareil est disposé de manière que les gaz chauds passent à la fois dans les tubes et au pourtour du corps cylindrique contenant la vapeur. L'épaisseur des tôles du cylindre est déterminée par la formule applicable aux générateurs chauffés par l'extérieur.

La cheminée a dû être placée horizontalement pour avoir la longueur nécessaire à un bon accomplissement du tirage artificiel. Elle est recourbée à son extrémité pour lancer verticalement les produits de la combustion. Le capuchon s'applique sur un évasement particulier qui arrête les descentes d'eau de condensation pendant la marche.

La plate-forme du mécanicien offre un espace longitudinal de $1^m,50$, dans œuvre, pour les machines de fortes rampes, et $1^m,70$ pour les machines à voyageurs et à marchandises à quatre cylindres.

Elle a été surmontée d'une toiture d'abri contre les crachements accidentels de la cheminée.

Le cendrier est composé de trois parties. La partie centrale affecte la forme d'un double plan incliné pour ramasser l'air et le faire monter vers la grille dans les deux sens de la marche.

L'alimentation est faite par deux injecteurs Giffard. Sur un certain nombre de machines, les appareils sont placés verticalement sur la plate-forme du mécanicien; pour les autres, ils seront montés horizontalement sur le foyer ou de chaque côté du foyer. Dans ces deux derniers cas, l'eau qui s'échappe quelquefois du trop-plein de l'appareil retourne dans la soute à eau. On a adopté deux injecteurs Giffard par machine pour mieux assurer l'alimentation en toutes circonstances.

La chaudière n'est reliée au châssis que par les deux extrémités.

II. *Châssis et Roues.* — Le châssis est formé d'une seule pièce de chaudronnerie. Il offre de très-grandes garanties de solidité et de durée, parfaitement entretoisé, au moyen des caisses spéciales d'avant et d'arrière, par des armatures transversales et enfin par la soute à eau. Dans de semblables conditions d'établissement, on comprend qu'il n'ait pas été nécessaire de le relier à la chaudière autrement que par les supports de celle-ci.

Les longerons sont débités dans des tôles sans sou-

dure. Ils sont intérieurs aux roues et à la suspension, laissant par conséquent les boîtes à graisse aussi accessibles que possible.

Les rampes sont établies avec portes sur le devant pour ménager une circulation des hommes de service à l'intérieur. La grande largeur des tabliers et surtout leur élévation au-dessus de la voie ne permet pas la circulation en dehors.

Les caisses à outils, caisses à effets, coffre d'agrès, sont aménagés dans les caisses-entretoises d'avant et d'arrière et dans les côtés de la plate-forme du mécanicien. Dans la partie haute de la caisse-entretoise des longerons qui reçoit la boîte à fumée, il sera disposé une cinquième caisse.

L'attelage se fait sur un ressort Brown au moyen d'un crochet à longue tige articulée avec une espèce de cheville ouvrière rapprochant le centre de l'attelage le plus possible de l'essieu d'arrière.

Les roues sont entièrement en fer forgé et les contre-poids venus de forge. Ces contre-poids équilibrent environ le tiers des perturbations provenant de pièces animées d'un mouvement rectiligne alternatif.

III. *Mécanisme.* — Tout le mécanisme, distribution, propulsion, accouplement et même boîte à graisse, est extérieur, ce qui rend la surveillance et le nettoyage très-faciles.

En contre-coudant les longerons, les pattes des cylindres ne sont pas plus longues qu'avec les longerons extérieurs à la suspension.

Le relevage est double et se fait par une grande tringle située de chaque côté de la machine.

Les pistons, compris segments, sont composés de quatre pièces dans les machines de fortes rampes et dans les machines à marchandises à quatre cylindres ; de trois pièces seulement dans la machine à voyageurs à quatre cylindres. Leur mode de construction et l'emmanchement de la tige avec la tête sont à remarquer.

Les graisseurs portent des couvercles d'une disposition particulière où rien ne peut se détacher.

Les approvisionnements d'eau et de combustible ont été réduits au juste nécessaire. L'eau, formant le plus grand poids, est placée sous le corps cylindrique, afin de maintenir autant que possible l'égale répartition de la charge sous les roues, dans toutes les conditions d'approvisionnement.

§ 2. Dispositions particulières à la locomotive à voyageurs à quatre cylindres.

Le régulateur est double et possède un double mouvement pour régler l'admission, à volonté, sur l'un ou l'autre système moteur.

Les boîtes des trois paires de roues de support laissent aux essieux la faculté de se déplacer dans le sens de l'axe de 2 centimètres environ. A cet effet, les fusées des essieux sont renflées et permettent d'employer un mode de construction de boîte s'opposant à la pénétration de la poussière à l'intérieur.

Toutes les boîtes sont graissées à l'huile et par-dessous.

Les mécanismes des deux groupes moteurs sont entièrement semblables. Les relevages, étant manœuvrés par un levier commun, se font équilibre.

La soute à eau, sous la chaudière, contient 5000 kilogrammes; celle d'arrière, formant soute à charbon, en contient 2000; au total, 7000 litres d'eau. La soute à charbon contient 2000 kilogrammes.

La répartition de la charge sous les roues est indiquée par le tableau des conditions principales d'établissement.

Une sablière est placée entre les longerons sous la plate-forme du mécanicien.

§ 3. Dispositions particulières à la locomotive de fortes rampes.

La machine exposée ne présente pas les dispositions relatées plus haut pour fonctionner sur pentes et rampes de 5 centimètres par mètre (1/20e) aussi sûrement que sur les inclinaisons ordinaires.

Le châssis porte des marchepieds à l'avant pour faciliter les manœuvres dans les gares et stations. Les machines de fortes rampes sont appelées à manœuvrer plus souvent qu'aucun autre système sur les embranchements d'usines, etc.

Le ressort de suspension, commun à la 2e et à la 3e paire de roues, est établi avec bras inégaux, afin de tenir compte du plus grand poids porté directement par l'essieu moteur, et du plus grand poids de la paire de roues elle-même.

Les tuyaux d'échappement sont logés dans les carneaux longitudinaux du sécheur.

Une sablière est placée sur la cheminée. Le tuyau distributeur est disposé pour rendre la sablière également efficace dans les deux sens de la marche de la machine. Les valves de distribution sont placées à l'extérieur du coffre pour être affranchies de la compression produite par le sable, qui pourrait les empêcher de fonctionner.

La connexion de la deuxième bielle d'accouplement avec la troisième mérite d'être signalée.

§ 4. Dispositions particulières à la machine à marchandises à quatre cylindres.

Le régulateur est semblable à celui des machines à voyageurs à quatre cylindres.

Le dessin exposé n'indique pas les dispositions particulières à la marche sur rampes de 5 centimètres; mais elles seront introduites dans la construction.

Les boîtes des essieux extrêmes sont semblables à celles des essieux de support de la machine à voyageurs; toutefois le jeu total est ici de 3 centimètres environ.

Ce jeu de 3 centimètres des essieux extrêmes dans les boîtes, combiné avec la double articulation des bielles d'accouplement extrêmes, et l'emploi, pour les boudins des roues de milieu, du profil appliqué à toutes nos roues du milieu, permettront aux machines de circuler avec facilité dans les courbes de 200 mètres de

rayon. Elles passeront d'ailleurs, sans plus de difficulté que les autres machines, dans tous les raccordements de voies.

Toutes les boîtes sont graissées à l'huile et par-dessous.

Des balanciers compensateurs entre les trois paires de roues de chaque système permettent d'obtenir une répartition de la charge aussi régulière que possible, dans toutes les conditions d'approvisionnement.

Comme dans la machine de forte rampe, une sablière est placée sur la cheminée et distribue le sable pour les deux sens de la marche. On comprend que cela est indispensable pour des machines à marchandises qui ont si fréquemment l'occasion de refouler les trains dans les garages pour laisser passer les trains de vitesse.

Les mécanismes des deux groupes moteurs sont entièrement semblables. Les relevages sont manœuvrés par un levier commun et se font équilibre.

La soute à eau sous la chaudière contient 6000 kilogrammes, celle placée à l'arrière 2000 kilogrammes ; au total, 8000 kilogrammes. La soute à charbon contient 2200 kilogrammes.

LOCOMOTIVES DE LA COMPAGNI

CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT.		LOCOMOTIVES A VOYAGEURS.			
		BUDDICOM.	CRAMPTON	MIXTE ENGERTH.	4 CYLINDRI
Grille	Longueur	0^{m},932	1^{m},236	1^{m},282	1^{m},47
	Largeur	1 ,057	1 ,056	1 ,050	1 ,77
	Surface	0^{mq}, 985	1^{mq}305	1^{mq}340	2^{mq}62
Hauteur du ciel du foyer au-dessus de la grille	à l'avant / à l'arrière	1^{m},200	1^{m},262	1^{m},645	1^{m},32 / 1 ,16
Diamètre intérieur de la chaudière		1 ,115	1 ,215	1 ,271	1 ,27
Tubes	Nombre	162	167	180	356
	Longueur	2^{m},750	3^{m},657	4^{m},500	3^{m},50
	Diamètre extérieur	0 ,045	0 ,050	0 ,050	0 ,04
	Épaisseur	0 ,002	0 ,002	0 ,002	0 ,00
Section de passage de la fumée dans les tubes		0^{mq}2140	0^{mq}2775	0^{mq}2991	0^{mq}38
Surface de chauffe.	Foyer	5 410	6 3114	8 5000	10 06
	Tubes	57 170	91 0830	117 0000	144 76
	Sécheur	»	»	»	12 98
	Totale	62 580	97 3944	125 5000	167 60
Tension de la vapeur		7^{at}	8^{at}	8^{at}	9^{at}
Cylindres	Diamètre	0^{m},360	0^{m},420	0^{m},420	0^{m},36
	Course des pistons.	0 ,533	0 ,550	0 ,560	0 ,34
Diamètre des roues motrices		1 ,850	2 ,100	1 ,739	1 ,60
Contenance de la soute à eau		4,100^{k}	7,000^{k}	5,000^{k}	7,000
Approvisionnement de combustible		1,000	1,500	1,500	2,000
Poids	Machine pleine comme au départ.	18,200	27,800	47,500	48,900
	Tender — —	11,600	18,500		
	Machine vide	16,000	24,600	36,315	36,900
	Tender vide	6,200	9,700		
Poids adhérent, approvisionnements complets		9,200	11,000	22,400	23,100
Répartition du poids sur les rails avec approvisionnements complets.	1 Essieu d'avant	6,600	10,700	11,400	11,200
	2 —	9,200	6,100	11,000	8,600
	3 —	2,400	11,000	8,200	8,600
	4 —	5,400	9,300	8,200	8,600
	5 —	6,200	9,200	8,700	11,900
	6 —	»	»	»	»

CHEMIN DE FER DU NORD.

LOCOMOTIVES A MARCHANDISES.				
PETITES.	MOYENNES.	GROSSE ENGERTH.	FORTES RAMPES.	4 CYLINDRES.
0^{m},949	1^{m},400	1^{m},440	1^{m},475	1^{m},850
0 ,934	1 ,020	1 ,350	1 ,775	1 ,800
0^{mq}880	1^{mq}430	1^{mq}944	2^{mq}620	3^{mq}330
1^{m},277	1^{m},660	1^{m},655	1^{m},327	1^{m},320
1 ,130	1 ,320	1 ,300	1 ,210	1 ,160
0 ,950	1 ,500	1 ,500	1 ,278	1 ,450
120	250	235	356	464
3^{m},800	3^{m},243	5^{m},000	3^{m},500	3^{m},500
0 ,050	0 ,050	0 ,055	0 ,040	0 ,040
0 ,002	0 ,002	0 ,0022	0 ,0015	0 ,0015
0^{mq}2076	0^{mq}4152	0^{mq}4911	0^{mq}3827	0^{mq}4988
5 5000	9 070	10 7560	10 0600	10 0000
68 6000	117 530	186 2300	144 7600	189 0000
»	»	»	12 9800	22 0000
74 100	126 600	196 9860	167 8000	221 0000
7^{at}	7^{at}	8^{at}	9^{at}	9^{at}
0^{m},380	0^{m},460	0^{m},500	0^{m},480	0^{m},440
0 ,610	0 ,680	0 ,660	0 ,480	0 ,440
1 ,258	1 ,425	1 ,258	1 ,065	1 ,065
$5,800^{k}$	$7,000^{k}$	$8,300^{k}$	$5,800^{k}$	$8,000^{k}$
1,500	1,500	2,000	2,000	2,200
22,900	33,900	62,800	43,200	59,700
16,100	17,800			
20,900	28,800	45,770	31,700	44,500
8,500	9,000			
22,900	33,900	40,300	43,200	59,700
8,600	13,000	10,100	10,600	9,200
7,300	13,000	9,200	10,700	9,200
7,000	7,900	9,900	10,700	9,200
7,900	9,100	11,100	11,200	10,700
8,200	8,700	10,900	»	10,700
»	»	11,600	»	10,700

RAPPORT DE M. PERDONNET

SUR LE MATÉRIEL FIXE DES CHEMINS DE FER ET SUR LE MATÉRIEL ROULANT AUTRE QUE LES LOCOMOTIVES.

MATÉRIEL FIXE DES CHEMINS DE FER.

CHAPITRE I.

EFFORTS TENTÉS POUR AUGMENTER LA DURÉE DU MÉTAL.

L'exposition de Londres a démontré que, dans ces dernières années, aucun progrès d'une très-grande importance n'a eu lieu dans la construction du matériel fixe des chemins de fer. Le concours de 1862 témoigne seulement les efforts que l'on fait généralement pour augmenter la durée du métal des rails et des accessoires de la voie, durée qui, jusqu'à présent, s'est trouvée très-inférieure à celle sur laquelle avaient compté les ingénieurs dans nos premiers chemins de fer.

Rails en acier ou aciérés. — Ainsi nous avons remarqué des rails en acier puddlés, en acier fondu et en métal

Bessemer, des croisements complets pouvant se retourner, composés du cœur de la plaque de support et des pattes de lièvre également tout en acier fondu, un cœur en acier fondu pouvant être retourné comme un rail à double champignon; plusieurs croisements complets en fonte durcie à l'extérieur, différant peu pour la forme des anciens croisements employés sur les plus anciennes lignes.

M. Verdié (de Firminy), a exposé des échantillons de rails pour changements et croisements de voie, obtenus par un procédé qui lui est particulier. Ce procédé consiste dans l'emploi d'une couverte en acier fondu, coulée sur un paquet de rails ordinaires, convenablement réchauffé. Les échantillons exposés paraissent bien soudés, et si les rails obtenus ainsi se comportent bien, ils présenteront sur ceux qui sont entièrement en acier fondu, l'avantage d'une économie importante.

Modèles variés de voies. — Les Anglais ont exposé des modèles assez variés de voies de constructions diverses, les unes avec longerons en bois, d'autres avec cloches en fonte de formes diverses et traverses en fer. Ces systèmes de voie, malheureusement déjà essayés, ont tous été condamnés par la pratique, et en supposant que les cloches en plateaux de fonte fussent applicables en Angleterre, ils ne le seraient pas en France, où le métal est beaucoup plus cher.

On ne trouve en Angleterre aucune grande application de la voie Vignole, aujourd'hui presqu'exclusivement employée en Allemagne et sur quelques grands chemins français. Ce fait s'explique peut-être par la nature des

traverses employées dans le premier de ces pays; ces traverses étant en sapin ou en autres essences tendres, ne présenteraient probablement pas assez de résistance aux crampons ou tirefonds.

Nous venions de terminer les lignes qui précèdent, lorsque nous avons reçu la visite de M. Bidaut, secrétaire général du ministère des travaux publics de Belgique, et de M. Cabry, inspecteur général des ponts et chaussées, envoyés par le gouvernement belge en Allemagne et en France pour y étudier le meilleur système d'établissement de la voie. Ils déclarent l'un et l'autre que, même en Allemagne, on trouve que la voie Vignole s'élargit ou se renverse dans les courbes quand elle est posée sur des traverses de bois tendre. Elle n'a véritablement un succès incontestable que sur des traverses de bois possédant une certaine dureté, chêne, hêtre, mélèse, etc. C'est ce qui résulte aussi d'observations faites sur une partie des voies des chemins de fer de la France.

Pour le rail à double champignon, on voit à l'Exposition deux systèmes qui ont pour but d'éviter la déformation du champignon inférieur dans le coussinet, de façon à parer à l'un des inconvénients du retournement.

Dans l'un de ces systèmes (brevet Ordish), le rail est suspendu par les épaulements du champignon supérieur au moyen de deux coins en fonte disposés pour s'opposer au mouvement vertical du rail dans les deux sens. Il est à craindre que ces coins ne forment une sorte d'enclume sur laquelle le champignon supérieur vienne s'écraser.

Le coussinet Truss est un coussinet ordinaire dont la semelle est garnie, à sa partie supérieure, d'une petite fourrure en bois dur sur laquelle repose le rail; ce système est en expérience au Great-Northern. Nous craignons que le bois, en se comprimant, ne devienne à la longue aussi dur que le métal.

Un autre fait plus important peut-être, c'est la suppression sur plusieurs lignes anglaises de l'évidemment de la base du coussinet et de l'élargissement de cette base. Cette modification apportée au coussinet a pour objet de l'empêcher de pénétrer à la longue dans les traverses de bois tendre fréquemment employées en Angleterre. Il y aurait peut-être lieu de l'appliquer aussi à nos coussinets, bien qu'on se serve presque généralement en France de bois dur. La pénétration du coussinet même dans le bois dur, est encore tellement sensible que l'on est obligé de rafraîchir fréquemment l'entaille dans laquelle le coussinet repose, en sorte qu'au bout d'un certain temps l'épaisseur de la traverse, sous le support, est considérablement réduite.

On trouve en Angleterre des exemples de voies construites dans des conditions de solidité qui ne se rencontrent guère dans d'autres pays; ainsi la voie du Great Northern est formée de rails à double champignon, pesant plus de 40 k. par mètre courant en barres de $6^{m},40$, reposant chacune sur huit coussinets en fonte, à semelle pleine du poids de $13^{k},60$ la pièce; les joints sont éclissés en porte-à-faux.

Influence de la vitesse sur la durée des rails. — M. l'ingénieur des mines Lan, dans le rapport fait au gouver-

nement sur sa mission en Angleterre, mentionne des rails encore plus lourds (46 k. par mètre), employés sur le chemin de London and North Western, et des écartements de traverses de 60 cent. sur le chemin de Brighton. Si l'on établit les voies en Angleterre à grands frais avec autant de solidité, cela tient, suivant cet ingénieur, à la multiplicité des trains et aux grandes vitesses, qui nécessitent des machines lourdes et qui augmentent l'effet destructif des chocs.

Sur le chemin de Brighton, on a reconnu que les rails ne duraient pas au-delà de cinq ans. Toutefois, les administrateurs de chemins de fer considèrent ces grandes vitesses comme avantageuses, parce que, à leurs yeux, c'est le seul moyen d'attirer le public ou de le conserver, et que, d'ailleurs, le rapport de la recette à la dépense ne s'en trouve pas diminué. En admettant que ce rapport reste invariable (ce dont nous doutons cependant, parce que nous manquons d'éléments pour vérifier les calculs et que nous avons tout lieu de penser qu'on a pas fait entrer la réfection de la voie dans le calcul des frais d'exploitation), nous croyons que leur raisonnement applicable à l'Angleterre, ne le serait pas à la France. Les vitesses doivent varier dans les différents pays et dans un même pays, suivant les besoins et les habitudes de la population. Le profil du chemin doit entrer aussi en ligne de compte, et il n'y a que les théoriciens purs qui puissent songer à des règles générales à cet égard. Si donc en Angleterre les vitesses de marches de trains express atteignent jusqu'à 65 kilom. par heure, en Allemagne, sur la plupart des chemins de

fer, elle est bien inférieure. Il y a des chemins de fer où l'accroissement de vitesse des trains express n'augmenterait que de très-peu le nombre des voyageurs. Les Compagnies du Nord et de Paris à la Méditerranée, au contraire, ont jugé avec raison qu'il convenait, pour un petit nombre de leurs trains, de marcher à la vitesse des trains anglais ou à peu près.

Système Mazilier. — M. Mazilier expose un modèle de voie à supports longitudinaux continus en fer : le rail à double champignon se trouve suspendu entre deux cours d'éclisses cornières, dont les ailes horizontales reposent sur le ballast. La suppression du bois serait sans doute un progrès très-important dans l'établissement des voies de fer, et la disposition de M. Mazilier pourrait peut-être le réaliser si elle ne rencontrait pas, dans son prix élevé d'établissement, une objection sérieuse ; l'augmentation incessante du prix du bois pourra peut-être faire lever cette objection dans un avenir plus ou moins éloigné.

Fabrication du matériel des chemins de fer en Suède et en Espagne. — Nous avons remarqué avec plaisir à l'exposition de Londres des roues en fer, bandages, essieux et clous pour rails, exposés par la Suède et par l'Espagne. « La Suède, suivant un de nos anciens élèves, qui est ingénieur au service du gouvernement suédois, ne possède pas les matériaux nécessaires pour fabriquer les rails ordinaires à bon marché. Elle a dû, par conséquent, les faire venir jusqu'à présent d'Angleterre. »

Sans doute la Suède ne peut fabriquer des rails à bon marché ; mais elle possède d'excellents minerais pour

fabriquer à un prix modéré les rails aciérés, si recherchés aujourd'hui pour l'établissement des changements et croisements de voie, et dont on commence même à faire usage pour la voie courante (Great, Northern Railway). Nous ne serions pas étonné qu'elle pût en fournir les marchés étrangers avec avantage. La fabrication des roues en fer dur est un premier essai qui devra conduire à celle des rails aciérés.

Quant à ce qui est de l'Espagne, nous l'avons visitée il y a bien des années; nous savons que certaines provinces sont très-riches en charbons de terre et en minerais, dont les gîtes sont placés dans les meilleures conditions d'exploitation ; nous croyons donc pouvoir affirmer que, dans un temps peu éloigné, lorsque les chemins de fer, à la construction desquels elle travaille avec tant d'activité, seront terminés, elle sera en mesure de fabriquer elle-même tous les rails et toutes les machines nécessaires à sa consommation.

Nous avons été heureux, surtout, de voir que le modèle de rail exposé venait d'Aviles, petit port des Asturies, où s'est formée, en 1830, d'après nos conseils, la première Compagnie pour l'exploitation du charbon de terre en Espagne.

Rails en Russie. — La Russie, la Pologne même, ont exposé des rails, mais en petite quantité. Ces pays, riches en minerais, ne peuvent manquer d'étendre leur fabrication en matériel fixe, et un jour aussi, sans doute, ils fabriqueront eux-mêmes leur matériel roulant et leurs locomotives, qu'ils tirent aujourd'hui de l'étranger.

La Suisse n'est pas représentée dans la classe V. C'est

un pays riche cependant en chemins de fer, et qui possède sur certaines parties de son territoire (le Valais) de beaux minerais et d'excellents combustibles, très-propres à la fabrication du matériel fixe et roulant.

L'Italie commence seulement à entrer dans la vie industrielle. Nul doute qu'elle n'y prenne plus tard une part importante.

Éclissage.—L'amélioration de l'éclissage est une question qui préoccupe les ingénieurs anglais aussi bien que ceux du continent. Rien à cet égard, cependant, de réellement nouveau ou digne d'attention n'a été fait. Dans quelques-uns des modèles exposés, on a cherché à atténuer les inconvénients du joint en porte-à-faux, en prolongeant les éclisses jusqu'aux deux coussinets voisins, avec lesquels elles s'assemblent. Ces dispositions sont peu pratiques et nous paraissent inférieures au coussinet-éclisse employé en France.



CHAPITRE II.

DÉTAILS SUR LA FABRICATION DES RAILS EN FER.

Composition de la trousse. — L'exposition, outre les rails en acier puddlé, Bessemer ou fondu, nous offre un grand nombre de rails en fer, de formes variées, dont la cassure dénote généralement un fer de bonne qualité. Mais quelle conséquence utile tirer de l'aspect de ces rails? Nous savons que des usines dont la fabrication courante est médiocre ont exposé de très-beaux rails. Cela n'a rien qui doive étonner. La question serait de savoir à quel prix ces usines pourraient livrer ces rails aux Compagnies. Il ne faudrait d'ailleurs pas juger de la qualité des rails par la cassure seulement. L'aspect de la cassure varie suivant la manière dont elle a été faite. Les ingénieurs ne sont pas d'accord sur l'influence exercée par cet aspect sur la durée du rail; les uns veulent une cassure partie grenue, partie nerveuse, d'autres une cassure toute grenue; quelques-uns enfin une cassure entièrement nerveuse. La question si intéressante de la fabrication des rails ne peut être utilement considérée que dans les usines. Nous n'avons pu malheureusement les visiter; mais des notes qui nous été fournies par M. H. Mathieu, ancien élève de l'école centrale

des arts et manufactures, ingénieur du matériel au chemin de fer du Midi, qui y a séjourné et en a étudié les procédés de fabrication, jetteront quelques lumières sur ce sujet. Avant de les transcrire, nous croyons devoir les faire précéder de quelques lignes sur les méthodes les plus généralement en usage. Pour fabriquer un rail, on commence toujours par former une trousse composée de barres de fer plat d'environ 7 mètres de longueur que l'on superpose. On chauffe la trousse au rouge blanc dans un four à réverbère, puis on la fait passer dans un laminoir où, après avoir été étirée dans plusieurs cannelures de dimension et de forme variées, elle finit par prendre la forme du rail. Les barres de fer, par la compression, se soudent entre elles de manière à ne plus former qu'une seule et même barre. Quelquefois on se sert, pour comprimer la trousse, indépendamment du laminoir, des marteaux d'espèces diverses.

Les barres dont on forme la trousse ne sont pas ordinairement de la même qualité. Celles qui, se trouvant au sommet et au pied de la trousse, doivent faire partie du champignon dans le rail fini (rail à double champignon), sont en fer grenu n° 2 (fer corroyé).

Pour le rail à simple champignon, Vignole ou autre, elles ne sont en fer n° 2 que pour le sommet. Les autres, qui forment le corps du rail, ou le pied dans le rail à simple champignon, sont en fer n° 1 (fer puddlé ou ébauché), le rail périssant le plus souvent par le dessoudage de ses éléments, on attribue ce dessoudage à l'emploi des deux espèces de fer n° 2 et n° 1, qui se soudent mal l'un à l'autre. On a donc essayé de substituer

aux trousses formées de deux espèces de fer, des trousses entièrement composées de fer n° 1 ou de fer n° 2. Les barres de fer n° 2 se soudent mal les unes aux autres, celles en fer n° 1 se soudent bien; mais il faut pour obtenir de bons rails employer du fer n° 1 d'une qualité particulière. On a donc renoncé aux trousses en fer n° 2, et on essaye dans un grand nombre d'usines, en Allemagne surtout, les trousses en fer puddlé. La question des avantages respectifs des rails en fer n° 2 et n° 1 ou en fer n° 1 seulement n'est pas encore résolue.

En France, toutes nos grandes usines, après avoir essayé les trousses en fer puddlé, continuent à faire emploi des trousses composées de fer n° 1 et n° 2. Il en est de même en Angleterre. C'est en Allemagne seulement que la fabrication des rails uniquement en fer puddlé s'est répandue.

Nous n'avons pas à parler de la fabrication des rails en France, bien connue de nos ingénieurs. Les notes de M. Mathieu feront connaître celle du pays de Galles, et d'autres notes, que nous croyons devoir également reproduire, et qui ont été rédigées par M. Guillaume, ancien élève de l'école centrale, ingénieur du matériel fixe au chemin de fer de l'Est, donneront une juste idée de la fabrication en Allemagne.

Les personnes qui voudraient connaître mieux cette fabrication devront consulter un intéressant mémoire publié par M. Desbrière, ingénieur civil, sur la fabrication des rails en fer puddlé à l'usine du Phénix (bords du Rhin).

Voici d'abord les notes de M. H. Mathieu.

« *Fabrication des rails en Angleterre.* — La Compagnie des chemins de fer du Midi français a fait, en Angleterre, pour les besoins de son nouveau réseau, une commande assez importante de rails, que les forges françaises ne pouvaient s'engager à livrer en temps opportun.

« Ces rails ont été commandés aux deux usines de Blaind et Dowlais, situées dans le pays de Galles. Les conditions du marché ont été exactement celles imposées à nos forges françaises. Quelque répugnance que les maîtres de forges anglais aient d'abord manifestée à accepter notre cahier des charges, cependant ils ont compris que la seule manière de faire concurrence à nos usines sur le marché français était d'accepter les mêmes conditions qu'elles.

« Les fontes servant à la fabrication des rails proviennent toutes des mêmes minerais : fer carbonaté, hématite rouge, auxquels on ajoute des scories provenant des fours à puddler et des fours à réchauffer, grillées en tas.

« Les fourneaux marchent à l'air chaud.

« La fonte qu'ils produisent est généralement mazée. Quand elle ne l'est pas, on la coule dans des lingotières que l'on arrose d'eau.

« La fonte mazée est destinée à la fabrication des couvertures, la fonte non mazée à celle des fers qui doivent composer l'intérieur du paquet.

« En outre, le puddlage est conduit avec l'une ou l'autre fonte, de manière à obtenir du grain pour les couvertes et du nerf pour le repos du paquet. La boule puddlée est pressée au squeezer et amenée par quatre

cannelures de laminoirs, et de la même chaude, en barres de $0^m,027$ d'épaisseur.

« Le paquet des couvertes est composé de neuf mises en fer puddlé de $0^m,027$ d'épaisseur; le paquet a $0^m,25$ de largeur sur $0^m,30$ de hauteur; il pèse 250 kilos; les barres qui forment le paquet sont de deux largeurs différentes, de façon que les joints de deux barres superposées soient croisés.

« Le paquet des couvertes est chauffé au four à réverbère, puis passé au laminoir, où il est soudé et amené en barres de $0^m,030$ d'épaisseur et $0^m,220$ de large. Cette opération se fait d'une seule chaude.

« Le paquet du rail est composé de fer à grain corroyé et de fer à nerf puddlé.

« Le rapport du fer corroyé au fer puddlé est de un tiers en poids, le paquet pesant 250 kilogrammes; il renferme 80 kilogrammes de fer corroyé et 170 kilogrammes de fer puddlé n° 1. Les dimensions sont de $0^m,22$ de large sur $0^m,25$ de hauteur et $0^m,95$ de longueur; il contient 9 mises. Le rail étant à double champignon, la mise supérieure et inférieure est d'une seule largeur, et la deuxième mise, qui est directement au-dessus de chacune de celles-ci, est composée de trois barres, dont deux carrées en fer corroyé sont placées latéralément, et la troisième au milieu est en fer puddlé. Ces deux mises latérales en fer corroyé sont destinées à éviter les criques sur les bords du champignon du rail, en même temps qu'elles ont pour effet de renforcer dans sa partie fatiguée par les boudins des roues.

« Le reste du paquet est composé de barres de fer

puddlé n° 1, de deux largeurs différentes, afin de pouvoir croiser les joints.

« Le paquet, ainsi fait, est porté au four à réchauffer; il y reste une heure et demie; de là, il est conduit aux bloomings ou cylindres ébaucheurs, à mouvement circulaire alternatif, où le paquet, passant par quatre cannelures, commence à être soudé et subit un allongement de $0^m,30$.

« La vitesse de rotation du blooming est très-faible; elle n'est que de treize révolutions par minute.

« Du blooming, le paquet est reporté au four à réchauffer, où il séjourne 30 minutes; c'est ce qu'on peut appeler un demi-réchauffage; de là il va au cylindre dégrossisseur, où il passe par quatre cannelures qui lui donnent la forme et la longueur qu'il doit avoir.

« On remarquera que, dans cette fabrication, l'emploi du marteau n'entre dans aucune des opérations.

« C'est là une chose à regretter; car, avec son emploi, on obtiendrait des fers mieux soudés et plus durs que ceux que les usines fournissent; il est vrai que, d'un autre côté, ce serait au détriment de la rapidité de la fabrication et du rendement.

« Ainsi, la boule de puddlage, qui est pressée aux squeezers, puis laminée de la même chaude, serait mieux travaillée, mieux épurée, si elle était comprimée au marteau pilon.

« De même, le paquet des couvertes pourrait être soudé au marteau, puis étiré au laminoir, au lieu d'être entièrement soudé et tiré au laminoir. Enfin, le paquet du rail, au lieu d'être passé au blooming après la pre-

mière chaude, serait beaucoup mieux soudé et corroyé s'il était porté sous un pilon où il recevrait vingt ou trente coups de marteau, pour être, après ce martelage, reporté au four, où il recevrait un demi-réchauffage, pour être terminé aux laminoirs dégrossisseurs et finisseurs.

« Cette série d'opérations, où le martelage serait, pour la plus grande partie de la fabrication, substitué au laminage, est adoptée dans le Yorkshire pour la fabrication des rails ordinaires : aussi les produits de cette partie de l'Angleterre sont-ils plus estimés et plus chers aussi que ceux du pays de Galles.

« Cela ne veut pas dire que la qualité des rails tient uniquement à une bonne fabrication ; il y a toujours la qualité des minerais qui domine dans toute fabrication de fer; mais, avec des minerais à peu près semblables, la supériorité dans la qualité doit être attribuée aux produits obtenus par le marteau, de préférence à ceux obtenus par le laminoir.

« Quoi qu'il en soit, les rails obtenus à Blaind et à Dowlais, fabriqués ainsi qu'il vient d'être dit, résistent aux épreuves imposées par le cahier des charges :

« 1° Au choc d'un mouton de 300 kilogrammes tombant de $1^m,50$, ils ne cassent pas;

« 2° A la pression de 30 000 kilogrammes, ils fléchissent et ne cassent pas non plus.

« Dans les deux épreuves, le rail est placé de champ et posé sur deux appuis distants de $1^m,10$.

« En résumé, les moyens de fabrication employés en Angleterre diffèrent très-peu des méthodes pratiquées en France.

« Le pays de Galles, qui, de toutes les parties de l'Angleterre, est celle où la fabrication du fer est peut-être la plus ancienne, est aussi celle où les moyens de le fabriquer sont aujourd'hui le moins en progrès ; les dépenses faites et la routine y ont une large part : aussi, plusieurs de nos usines françaises sont-elles mieux et plus largement installées que beaucoup de forges de ce pays. »

Les notes suivantes, de M. Guillaume, permettront de comparer les procédés anglais aux procédés allemands :

« *Fabrication des rails en Allemagne.* — Les ingénieurs allemands sont encore très-divisés d'opinion sur la nature du fer qu'il convient d'employer dans la fabrication des rails.

« Généralement, ils exigent, comme en France, que la tête du rail Vignole soit en fer à grains et le pied en fer nerveux. Cependant, depuis peu d'années, des ingénieurs de quelques lignes très-importantes (Bade, Wurtemberg, Cologne à Minden) font fabriquer des rails entièrement en fer nerveux (fer fort).

« Ils estiment que la durée des rails dépend uniquement de la perfection de la soudure, et ils pensent arriver plus facilement à ce résultat avec le fer nerveux, qui supporte un réchauffage beaucoup plus énergique que le fer à grains.

« A l'usine de Burbach, où l'on fabrique des rails de cette espèce, les cassures dénotent une bonne soudure. On emploie dans cette fabrication des fers aussi peu rouvrains que possible, afin de pouvoir les travailler à de hautes températures ; dans ce but, on charge au

fourneau une certaine quantité de minerai manganésifère de Nassau; on a même obtenu récemment d'assez bons résultats en remplaçant ce minerai, qui est trop coûteux, par une petite quantité de peroxyde de manganèse introduite dans le lit de fusion; enfin, la coulée est faite en lingotières et arrosée abondamment pour enlever encore un peu de soufre.

« Les trousses pour rails, qui sont très-fortes, sont entièrement en fer puddlé, la mise supérieure formant couverte en deux pièces. Elles sont corroyées pendant deux à trois minutes sous un pilon de 3000 kilogrammes à panne carrée de $0^m,60$ environ de côté; elles sont ensuite réchauffées pendant un quart d'heure et portées aux cylindres dégrossisseur et finisseur.

« Les conditions de réception ne sont pas les mêmes qu'en France, même pour les rails à tête à grains. Il n'y a pas d'épreuves au choc; nous extrayons de divers cahiers de charges les renseignements suivants sur les épreuves par flexion :

« Sarrebruck à Bingen. Le rail, posé sur deux points d'appui espacés de 3 pieds ($0^m,942$), doit supporter 120 quintaux (6000 kil.) au milieu de sa longueur, sans flèche permanente; placé le champignon en bas, il doit prendre 1 pouce et demi ($0^m,039$) de flèche permanente sans altération.

« Wurtemberg. (Fer fort) charge, 200 quintaux (10000 kil.) sans flèche permanente; flèche permanente de 3 pouces ($0^m,078$), le champignon en bas.

« Nassau. Toutes les épreuves que les agents réceptionnaires jugeront convenables.

« Taunus. Flèche permanente, sans altération, de $0^m,10$ sur une longueur de 1 mètre.

« Cologne à Minden. (Fer fort), comme pour Nassau.

« Mein-Necker. Charge de 290 quintaux (14 500 kil.) sans flèche permanente; les points d'appui sont espacés de 3 pieds ($0^m,942$); flèche permanente de 1 pouce 14 ($0^m,032$), le champignon en bas.

« Hesse. Flèche permanente, sans altération, de $0^m,10$ sur 1 mètre; charge, 200 quintaux (10 000 kil.) sans flèche permanente.

« Westphalie. Charge de 200 quintaux sur 3 pieds sans flèche permanente.

« Est-Prussien. Charge de 210 quintaux; flèche permanente, sur 3 pieds, sans altération, de 4 pouces ($0^m,108$), et de 1 pouce un quart ($0^m,032$) la tête en bas.

« On voit que les rails doivent supporter, en général, une flèche permanente qui peut aller jusqu'à $0^m,039$ dans la fabrication ordinaire, et jusqu'à $0^m,078$ dans la fabrication en fer nerveux, lorsqu'on les place le champignon en bas, sur deux points d'appui espacés de 3 pieds. Il est difficile de satisfaire à cette condition avec des champignons tout à fait à grains; ceux que nous avons vus à Burbach étaient tous plus ou moins mélangés de fer à nerf.

« Il y aurait un grand intérêt à suivre les essais de rails tous en fer nerveux; car s'il faisait un aussi bon service que les autres, on se trouverait affranchi de la nécessité où l'on est aujourd'hui de spécialiser la fabrication des rails dans des usines qui ne peuvent faire en même temps des fers marchands. »

On est donc loin d'être fixé sur le meilleur mode de fabrication des rails. On ne l'est même pas sur la nature du fer le plus convenable à employer pour la confection des rails; et bien que nous repoussions l'emploi du fer nerveux pour le champignon, nous n'avons pu négliger de faire mention du changement qui s'est opéré récemment à cet égard dans l'esprit d'un certain nombre d'ingénieurs distingués de l'Allemagne.

Trousses avec couvertes d'une très-grande épaisseur. — Nous trouvons dans l'exposition anglaise (métallurgie), avec de nombreux échantillons de rails de divers types, les spécimens des trousses employées dans plusieurs usines du pays de Galles. Ces trousses se font remarquer par l'épaisseur considérable de leurs couvertes; cette épaisseur est de $0^{m},053$ pour un paquet dont toutes les mises réunies ne représentent que $0^{m},210$, de sorte que, pour le rail à double champignon, le poids du fer corroyé est la moitié du poids total; ces grosses couvertes occupent une épaisseur de $0^{m},020$ environ dans le rail fini.

CHAPITRE III.

CHANGEMENTS DE VOIE.

Aiguilles. — Les changements de voie exposés par les Anglais ont les aiguilles généralement plus courtes que celles de nos changements de voie, et ces aiguilles, au lieu de changer de position en tournant autour de boulons, sont fixées à leurs extrémités par des éclisses qui fléchissent latéralement lorsqu'on manœuvre l'appareil. Ce système, du reste, a l'avantage de dispenser de l'emploi du boulon, susceptible de prendre du jeu, et un système analogue est déjà employé depuis quelque temps sur le chemin de fer du Nord français, ainsi que sur plusieurs chemins allemands. La faible longueur des aiguilles n'est pas un fait général; nous avons trouvé sur le chemin Great-Northern, à côté d'aiguilles de cette longueur, d'autres aiguilles presque aussi longues que les nôtres. Il est probable que l'on n'en fait usage que dans des conditions spéciales.

Dans les changements de construction récente, on emploie des aiguilles à profil plein, qui présentent l'avantage de conserver une section plus forte après le rabotage; au Great-Northern, afin d'augmenter la résistance à l'extrémité effilée de l'aiguille, on a même abandonné

le système Wild, et le rail fixe contre l'aiguille a été contre-coudé. (Système des chemins de fer français de Lyon et du Nord.)

On voit encore à l'exposition quelques changements du système Richardson, dont nous n'avons pas trouvé d'application sur les lignes que nous avons visitées, et qui est d'ailleurs trop connu pour que nous le décrivions ici.

Croisements en fonte. — Les croisements en fonte durcie dont nous avons dit quelques mots précédemment, sont exposés par divers constructeurs allemands et français. Nous avons pu en voir quelques-uns à la gare Victoria et à celle du Great-Northern, où on nous a affirmé qu'ils étaient exclusivement employés sur toute la ligne. Ces croisements en fonte nous paraissent appelés à recevoir une application prochaine en France, où l'on peut facilement se procurer des qualités de fonte qui conviennent pour cette fabrication.

Croisements en acier fondu. — Les croisements en acier fondu essayés sur le même chemin ont paru trop mous. Peut-être l'acier n'avait-il pas été fabriqué avec toute la perfection désirable. Aux chemins de fer de l'Est, nous avions été également peu satisfait des croisements en acier fondu.

Leviers et signaux d'aiguilles. — La Belgique a exposé un système particulier de manœuvre d'aiguilles.

Dans cet appareil, le levier du contre-poids, au lieu de tourner autour de la douille du levier de manœuvre, se meut sur un axe horizontal, et peut être arrêté par une goupille aux deux extrémités de sa course. Cette dispo-

sition est avantageuse pour les aiguilles, qui doivent être cadenassées.

Nous devons dire quelques mots d'un signal d'aiguille exposé par l'Autriche. Ce signal est un disque rouge à deux faces, qui se tourne à l'arrêt lorsque l'aiguille ouvre la voie de déviation. La nuit, ce disque est éclairé par une lanterne à double réflecteur placée à son centre; on a ainsi une lumière rouge diffuse qui ne peut être confondue avec la lumière directe des signaux d'arrêt. Mais cet appareil n'indique pas d'une manière assez claire, pour certains cas, le sens de la voie ouverte.

Signaux fixes. — Les signaux exposés par l'Angleterre ne méritent aucune mention spéciale. Ce sont, en général, de grands mâts en fer ou en bois, portant à la partie supérieure une ou deux ailettes, selon le nombre de voies à courir, qu'on manœuvre du pied du mât (système Stevens). Un seul signal à distance, du même constructeur, est disposé pour compenser la dilatation des fils; mais la disposition en est inférieure à la plupart de celles adoptées en France.

Le signal qui nous a paru, seul, réellement digne de récompense, est celui de M. Vignières, en usage à la jonction des chemins d'Argenteuil et de Saint-Germain, signal trop connu pour que nous en donnions la description.

Les Anglais font un grand emploi des signaux électriques. C'est dans un rapport de M. Lan sur les chemins de fer anglais [1] qu'il faut en étudier la disposition générale.

1. Rapport pour l'enquête relative aux chemins de fer.

Chariots. — On fait un grand usage, en Angleterre et en Allemagne, du chariot Dunn pour la manœuvre des wagons de voyageurs. L'inventeur en a exposé plusieurs qui diffèrent les uns des autres par quelques détails, mais qui reposent tous sur le même principe connu.

Il s'est attaché particulièrement à diminuer la saillie au-dessus du niveau des rails; dans l'un de ses appareils, les longerons sont des cornières extérieures à la voie, de 0m,05 de côté; ces cornières sont rivées sur une forte plaque de tôle renforcée à sa partie supérieure par un certain nombre de traverses en fer simple T. Une autre disposition de ces nouveaux chariots consiste dans l'emploi de plans inclinés à contre-poids pour permettre au wagon de monter sur les rails du chariot.

Enfin, on a augmenté le diamètre des galets en les faisant marcher dans une rigole en contre-bas des rails des voies desservies, qui se trouvent ainsi interrompues sur 0m,05; mais il est à craindre que cette rigole ne puisse être maintenue dans un état de propreté convenable.

Nouvelle espèce de plaque tournante. — Les Anglais et les Belges ont apporté dans le mode de construction des plaques tournantes, un perfectionnement qui offre un certain intérêt.

Ils ont supprimé dans les grandes plaques les transmissions par galets ou couronnes dentées; les rails sont alors portés sur des longerons en fer d'une grande rigidité. La plaque au repos est calée. Lorsqu'on veut l'employer, on mène la machine sur le plateau de manière à la placer, autant que possible, en équilibre sur

le pivot. On décale, et on obtient le mouvement de rotation avec une grande facilité. Le pivot est disposé de manière à supporter la plaque près du niveau des rails, et à la laisser osciller très-librement sous la charge. On vient d'établir plusieurs plaques de ce genre sur le chemin du Nord.

M. René Hamoir, de l'usine de Maubeuge, près Valenciennes, a exposé une plaque tournante d'un nouveau système, destinée au chemin de Lyon. Cette plaque se compose d'une couronne en fonte et de longerons en fer portant des rails en acier. Elle est exécutée avec une grande perfection, comme, en général, toutes les pièces fabriquées à Maubeuge. Mais elle nous paraît lourde, et nous lui préférons les modèles employés sur les chemins du Nord et de l'Est.

La même usine expose une grue hydraulique fabriquée pour le chemin de fer du Nord. Cette grue hydraulique appartient à la classe des grues-réservoirs que nous avons décrites dans la seconde édition de notre *Traité élémentaire des chemins de fer.*

Résumé.

Nous n'avons à signaler aucun système de voies dont l'utilité ait été constatée par la pratique.

On s'efforce de perfectionner la fabrication des rails en fer, afin d'en augmenter la durée ; mais aucune méthode de fabrication n'a mérité, jusqu'à ce jour, d'être signalée comme la meilleure.

On a essayé de remplacer les rails en fer par des rails

en acier puddlé, en acier fondu, en fer cémenté. L'acier puddlé et l'acier fondu surtout ont paru trop coûteux pour qu'on pût en faire usage sur les voies courantes. On ne s'en est servi que dans les parties de la voie les plus fatiguées, c'est-à-dire dans les changements de voie.

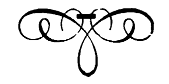
On a été généralement peu satisfait de l'acier puddlé, parce que la qualité en est trop variable. On reproche à l'acier fondu son prix élevé. Au chemin Great-Northern, en Angleterre, on a trouvé les croisements en acier fondu trop mous; on leur préfère les croisements en fonte durcie.

Au chemin Great-Northern, on est sur le point d'essayer les rails en acier fondu Bessemer pour les voies courantes : le rail en acier pèsera 32 kilogr. par mètre, tandis que celui en fer pèse 40 kilogr. Ce rail est du type Vignole; le coussinet sera supprimé. La nouvelle voie coûtera 40 000 fr. de matériaux par kilomètre, tandis que l'ancienne coûtait 28 584 fr.; mais on compte sur une durée triple.

Nous signalons ce fait comme très-important, mais nous n'exprimons aucune opinion sur le mérite du procédé Bessemer, qui ne nous est qu'imparfaitement connu. Cette question sera traitée dans un autre rapport.

La substitution des croisements en fonte en pleine voie sur les grandes lignes de l'Angleterre, où l'on marche à des vitesses considérables, aussi bien que sur les chemins allemands, où la vitesse est moins grande, nous paraît un fait intéressant. La Compagnie des che-

mins de fer de l'Est, en France, est sur le point d'essayer ce nouveau mode de croisement, dont l'application deviendra une source d'économie assez importante. La substitution des plaques en équilibre sur le pivot aux anciennes plaques à galets porteurs est aussi d'un certain intérêt.



MATÉRIEL ROULANT AUTRE QUE LES LOCOMOTIVES.

CHAPITRE I.

VOITURES ET WAGONS.

En ce qui concerne le matériel roulant, les expositions françaises et allemandes sont les seules qui indiquent quelques progrès.

Voiture anglaise de première classe. — M. Wright, de Birmingham, a exposé une voiture de première classe pour l'Égypte, mais elle diffère peu des voitures en usage depuis longtemps. Elle n'offre de particulier que son mode d'aérage au moyen d'une double impériale entre laquelle circule une masse d'air pénétrant dans l'intérieur des caisses par des ventilateurs spéciaux. L'intérieur de cette voiture est garni en cuir blanc. L'extérieur est aussi de couleur blanche rechampie de rouge. Le châssis est composé de longerons en fer, de croix de Saint-André également en fer, et de traverse en bois et fer. Les roues sont garnies d'un système particulier de bandages à griffes.

Voitures prussiennes. — La Prusse a exposé deux voitures à voyageurs, appartenant au matériel du chemin

de Berlin, à Stettin, l'une mixte, l'autre de troisième classe. La voiture de première classe est un modèle de perfection comme exécution. Nous entrerons dans quelques détails sur son mode de construction.

Le châssis est formé de deux longerons en fer double T; les traverses de tête et intermédiaires sont en bois, ainsi que les croix de Saint-André. La tige de traction dans cette voiture règne sur toute la longueur, de manière que la traction n'agisse que sur cette tige, et que les traverses n'aient par conséquent à supporter l'effort que dans une seule voiture. Les tampons de choc sont à double effet : les tiges agissent d'abord sur les extrémités des ressorts de traction, et quand ils arrivent à fond de course, le choc se trouve amorti par des rondelles en caoutchouc placées dans l'intérieur des faux tampons. Les essieux sont au nombre de trois, celui du milieu pouvant se déplacer d'une certaine quantité, au moyen de l'oscillation de longs maillons qui le réunissent aux mains de suspension.

Les compartiments sont disposés comme dans les voitures russes. Des portes ménagées dans les parois de séparation des caisses permettent de circuler dans toute la longueur du wagon. Deux water-closets sont logés entre les compartiments du milieu. Les moulures d'ornementation de la caisse sont en fer laminé. Les plafonds sont en bois de frêne, acajou et érable. La garniture est en reps bleu pour les premières classes, en drap gris pour les deuxièmes. Les lampes sont garnies de deux bougies. Les portières ont trois serrures, soit : 1° un pêne à ressort que l'on ferme en poussant la porte ; 2° une fer-

meture ordinaire à poignée ; 3° une serrure à clef. Le plancher de cette voiture est un parquet en chêne. La longueur, comprenant cinq caisses, est de 9m,65 ; la largeur, 2m,60.

Dans celle de troisième classe, le châssis est le même que celui de la première. Cette voiture porte un frein agissant sur les deux paires de roues extrêmes ; ce frein est muni d'un mécanisme destiné à maintenir les sabots à une distance constante des bandages, quel que soit d'ailleurs leur état d'usure.

Les voitures prussiennes mixtes et de troisième classe sont relativement très-lourdes et très-coûteuses.

Nous en comparerons plus loin le poids et le prix à ceux des voitures françaises. Ce genre de voitures ne saurait donc convenir pour un service à grande vitesse, ou même pour un service à petite vitesse économique.

Voiture mixte des ateliers Pauwels, de Paris. — La voiture mixte provenant des ateliers de la Compagnie générale de matériel des chemins de fer de Pauwels et Cie, dirigés par M. Goschler, est beaucoup plus légère, et elle unit à l'avantage de la légèreté celui du bon marché. Comprenant dans un même véhicule des compartiments de toute classe, et même un compartiment avec vigie pour garde-frein, elle permettrait de diminuer notablement les frais sur des embranchements de peu d'étendue et d'un trafic restreint.

Le tableau suivant indique les prix et les poids par voyageur des voitures prussiennes, mixte Pauwels, première, deuxième et troisième classes des chemins de fer de l'Est.

	Poids par voyageur.		Prix par voyageur.
Prussienne mixte.........	469 k		469 f
3e Classe.........	245		200
Mixte Pauwels avec fourgon à bagages.............	197	......	230
1re Classe (Est français)....	233	......	400
2e — (—)....	147	......	175
3e — à 40 places......	127	......	125
4e — à 50 places......	112	......	108
Voiture égypt. (1re classe).	333	......	?..

Si la voiture mixte Pauwels est légère et peu coûteuse comparativement aux voitures prussiennes, elle peut sembler assez lourde et coûteuse relativement aux voitures de l'Est français, mais il nous faut observer qu'elle contient un compartiment à bagages dont les autres voitures ne sont pas pourvues. Elle est, du reste, du même genre de construction que les voitures françaises, et fait en tous points grand honneur aux ateliers dirigés par M. Goschler.

Dans cette voiture comme dans la voiture égyptienne, un double plafond règne sur toute la longueur du wagon, et la ventilation s'opère d'une part au moyen des ouvertures pratiquées dans le plafond intérieur, et de l'autre par des jours ménagés sur les quatre faces verticales du wagon. De cette disposition il résulte que la direction n'a aucune influence sur la distribution de l'air, et que la pluie, le vent ou la neige n'incommode pas les voyageurs. La ventilation des wagons est surtout nécessaire dans des pays chauds comme l'Égypte ou l'Espagne. Nous voudrions, toutefois, que l'on adoptât des dispositions analogues à celles que nous avons décrites, pour l'aération des wagons, même sur nos chemins de fer français.

Indépendamment des voitures pour le service de la grande ligne, nous employons sur le chemin de fer de l'Est, pour le service de la banlieue, des voitures à impériales plus légères encore relativement que celles de la grande ligne. Les premières ne pèsent que 111 kilogrammes et ne coûtent que 153 francs par voyageur; les secondes, 93 kilogrammes et 94 francs.

Voitures de luxe. — Nous n'avons parlé jusqu'à présent que des voitures destinées au service ordinaire des chemins de fer; nous ne pouvons passer sous silence les voitures de luxe faisant partie de celles exposées à Londres.

Nous avons distingué la voiture de luxe construite par M. Ashbury, de Manchester; celle des chemins belges, sortie des ateliers de la Compagnie générale du matériel; et, enfin, le wagon-dortoir américain.

Voiture-salon anglaise. — La voiture de M. Ashbury est montée sur deux paires de roues dont l'écartement est de $5^m,50$ et pèse à peu près 10 000 kilogrammes. Elle ne contient que dix-sept ou dix-huit voyageurs. Le poids mort par voyageur est donc de 555 kilogrammes. Elle est en bois de teck, et décorée à l'extérieur comme à l'intérieur avec un grand luxe. Aux deux extrémités se trouvent des compartiments pouvant contenir chacun quatre à cinq personnes, et au milieu un compartiment plus grand, donnant place à huit personnes. Entre les compartiments extrêmes et les compartiments du milieu se trouvent des water-closets. Un de ces compartiments est réservé aux dames. Le châssis est en teck aussi bien que le corps de la voiture. Sur l'impériale et au milieu du wagon on a placé un réservoir de 2 mètres de long,

2^m,50 de large et 0^m,25 environ de hauteur, que l'on remplit d'eau pour le service des water-closets et d'un cabinet de toilette.

Voiture-salon belge. — Cette voiture est composée de deux salons reliés par une plate-forme à garde-corps et colonnettes en fer forgé. La longueur totale est de 9^m,25, la largeur de 2^m,60; le nombre des voyageurs pour les deux salons est de vingt-quatre. Le poids du véhicule est de 10 000 kilogrammes; le poids par place de voyageur, 416 kilogrammes; le prix de la voiture, 12 500 francs; le prix par voyageur, de 520 francs. La voiture-salon belge est montée sur trois paires de roues entièrement en fer forgé (système breveté). Les longerons, en bois de chêne, sont consolidés par une feuille de tôle de 0^m,006 d'épaisseur, ferrés sur chacune des faces extérieures. Les ressorts de suspension et de traction sont en acier fondu.

Nous avons remarqué dans cette voiture une disposition de glaces toute particulière que nous n'avons rencontrée nulle part ailleurs. Les glaces du milieu du salon sont mobiles; elles ne sont garnies d'aucun châssis ou encadrement ; des contre-poids les maintiennent à la hauteur désirée, et elles sont hermétiquement appuyées sur toute la longueur contre la feuillure, par des tringles à ressorts qui empêchent toute espèce de vibration. Une pareille espèce de véhicule n'est pas économique. On l'emploie toutefois depuis douze ans avec succès sur le chemin de Namur à Liége, tracé dans une vallée pittoresque, pour le service habituel de l'exploitation.

Wagon-dortoir américain. — Ce wagon-dortoir, établi dans le système américain, n'offre rien de particulier

qui puisse être imité sur nos chemins de fer, où le matériel est tout différent. Nous n'avons pu nous procurer aucun détail sur ses dimensions, son poids et son prix. Le matériel américain est exclu des chemins anglais aussi bien que des chemins français. Il se prête mal aux exigences de l'exploitation, et ne permet pas de marcher à de grandes vitesses.

Wagon à marchandises. — Nous n'avons remarqué à l'exposition de Londres aucun wagon à marchandises offrant des dispositions particulières qui méritassent d'être mentionnées. Les Anglais ont exposé un wagon construit en onze heures vingt minutes. Ce wagon, qui d'ailleurs est très lourd, ne prouve rien, si ce n'est que l'usine où on l'a fabriqué possède un grand nombre d'ouvriers et un bon outillage.

Wagon pour le service des houillères. — Divers wagons pour le service des houillères ne nous ont pas paru s'écarter sensiblement des modèles en usage décrits dans l'ouvrage de M. Amédée Burat, intitulé : *Matériel des houillères.*

Après avoir parlé de l'ensemble des voitures, nous devons consacrer quelques lignes aussi aux différentes parties, telles que boîtes à graisse ou à huile, châssis, ressorts, roues et freins. Nous nous occuperons d'abord des boîtes à graisse et à huile.



CHAPITRE II.

ACCESSOIRES DU MATÉRIEL ROULANT.

Boîtes à graisse et à huile. — Le graissage des wagons à la graisse, bien que l'on varie la composition de la graisse suivant la saison, présente certains inconvénients assez graves. L'hiver, la graisse n'a pas la fluidité nécessaire, et la résistance à la traction est considérable.

Depuis longtemps, on emploie en Allemagne l'huile de préférence à la graisse. En Angleterre, au contraire, on persiste à faire usage de la graisse. En France, depuis plusieurs années déjà, on s'applique à remplacer la graisse par l'huile, comme en Allemagne. Mais le graissage à l'huile, tout en possédant une supériorité incontestable sur l'ancien mode, quant à son effet sur la résistance, a présenté dans ses applications d'assez grandes difficultés, telles, par exemple, que l'écoulement de l'huile par les moindres fissures, son épaississement, etc. Les exposants français ont fait de grands efforts pour combattre les défauts des boîtes à huile, efforts dont il faut leur tenir compte. Les boîtes envoyées à l'exposition, en partie du moins, sont le résultat de ces recherches.

La boîte-pomme de Mirimonde et Bricogne n'est pas,

à proprement parler, une boîte à huile : c'est plutôt une boîte à galets, dans laquelle on a cherché à réduire le frottement sur la fusée de l'essieu, au moyen de deux galets placés au-dessus. Toutefois, dans cette boîte, la fusée et les axes des galets sont lubrifiés au moyen de l'huile. Avec la boîte Delannoy, ainsi qu'avec la boîte Testard, au contraire, l'huile est le seul moyen employé pour diminuer la résistance. La boîte-pomme de Mirimonde et Bricogne est en usage sur le chemin de fer du Nord français ; la boîte Delannoy sur une partie du réseau italien, du réseau espagnol, du réseau portugais et plusieurs chemins russes ; celle de M. Testard n'a été appliquée jusqu'à ce jour qu'à un petit nombre de wagon du chemin d'Orléans.

Toutes ces boîtes sont l'objet de témoignages approbatifs de la part des ingénieurs qui en font usage ; nous n'oserions donc nous prononcer sur leurs mérites respectifs. Il faut attendre la sanction du temps pour arrêter son choix. Nous avons entendu articuler quelques critiques, mais il serait hors de propos de les énoncer dès aujourd'hui : ce serait décourager les inventeurs, qui ne manqueront pas d'y répondre par des modifications de l'appareil.

M. Coquarix a aussi exposé une boîte à huile, mais elle est plutôt applicable au graissage des machines fixes qu'à celui du matériel roulant des chemins de fer. Il n'en a été fait jusqu'à présent, que nous sachions, aucune application.

Ressorts. — On trouve à l'exposition de Londres un certain nombre de ressorts généralement d'un aspect

assez satisfaisant. Ils sont tous en acier fondu, ou d'une espèce d'acier particulière fabriquée en Angleterre, sur laquelle nous n'avons pu nous procurer aucun renseignement. En France, comme à l'étranger, on fait usage, sur la plupart des chemins, de ressorts en acier fondu. Toutefois, depuis un an ou deux, le prix de l'acier fondu ayant considérablement baissé, la qualité en a souffert, et plusieurs Compagnies, celle de l'Est par exemple, sont revenues à l'emploi des ressorts en acier corroyé, dont on est satisfait. Le succès dépend, du reste, beaucoup de la qualité des produits. La Compagnie de l'Est tire les siens de l'usine de MM. Gouvy frères, à Hombourg (Moselle), qui en fournit également aux chemins de fer du Nord et du Midi.

Châssis. — Le seul perfectionnement constaté à l'exposition de Londres dans la construction des châssis de wagon consiste dans l'emploi plus général du fer, ou du fer allié au bois, pour leur établissement.

Freins. — Le perfectionnement des freins a, surtout en France, préoccupé les inventeurs. Nous ne croyons pas être au-dessus de la vérité en disant que, depuis une vingtaine d'années, trois mille freins nouveaux au moins ont été proposés. Parmi ces appareils, les freins Laignel, Didier, Newall, Bricogne, Guérin et Molinos, sont les seuls qui aient obtenu un véritable succès.

Le frein Newall, bien connu, donne, ainsi que le frein Bricogne, toute satisfaction au chemin du Nord. On en fait usage en Angleterre sur plusieurs lignes importantes. Le frein Laignel, déjà bien ancien, trouve son application dans certains cas particuliers, sur de fortes

rampes surtout. Le frein Didier est le frein Laignel perfectionné. Le frein Guérin, également bien connu, a surtout le grand avantage d'être manœuvré par le mécanicien.

La Compagnie de l'Est, après une série d'essais, en a été tellement satisfaite, qu'elle en a aujourd'hui trois cents à son service. La Compagnie d'Orléans en a mille environ, et celle de Lyon un grand nombre. L'emploi du frein Guérin peut donc être considéré comme un important progrès dans le matériel des chemins de fer.

Quant au frein Molinos et Pronnier, c'est un frein puissant dont on ne saurait se passer sur des plans inclinés très-roides, comme celui de la Croix-Rousse. On en trouvera la description détaillée dans les *Annales des mines*.

On a fait déjà plusieurs essais pour appliquer l'électricité à la manœuvre des freins. Ils ont généralement échoué à cause de la délicatesse des appareils. M. Achard, ancien élève de l'École polytechnique, expose un frein électrique supérieur à ceux qui ont été établis jusqu'à ce jour. On l'a soumis à une épreuve sur le chemin de fer de l'Est. Nous n'oserions déclarer, dès à présent, qu'il réponde à toutes les exigences de la pratique.

Éclairage des wagons. — La lampe Dezelu et Guillod, employée dans la voiture mixte de la Compagnie générale du matériel, fort ingénieuse de construction, a pour principal avantage de faciliter le remplissage de la lampe et d'éviter la chute de l'huile dans la coupe.

Les Anglais ont exposé des appareils pour l'éclairage des voitures au gaz. Ce genre d'éclairage a été essayé

sur les chemins de fer de l'Est. Il est très-économique. On y a renoncé, toutefois, à cause de la difficulté que l'on éprouvait à établir des réservoirs dans une partie des stations.

Roues en fer. — On a essayé, dans ces dernières années, plusieurs espèces de roues tout en fer. Parmi celles-ci, il faut placer au premier rang la roue Arbel, qui joint à la légèreté une grande solidité, et qui, toutefois, est d'un prix modéré. Ce genre de roues est déjà très-répandu sur nos chemins de fer français, où on en est généralement satisfait. Le procédé de fabrication, au moyen du marteau-pilon, a été décrit dans un mémoire publié par l'inventeur.

On voit à l'exposition de Londres un certain nombre de roues pleines en fer, en fonte et en fer et bois. On reproche aux roues pleines en fer le défaut d'élasticité; M. Dules a cherché à y remédier en ondulant la plaque de fer ou tôle épaisse interposée entre le moyeu et le cercle extérieur.

Roues en fonte. — Pour ce qui est des roues en fonte, c'est en Allemagne surtout qu'on les fabrique avec une grande perfection. Nous avons remarqué particulièrement, dans la section autrichienne, deux roues de cette espèce; l'une fabriquée en 1855, l'autre en 1862, par M. Ganz, d'Ofen. La première a fait un parcours évalué à plus de 69 milles anglais (110 kilom. environ). Elle est à peine usée.

Ces roues, qui sont creuses, sont fondues dans un moule formé de deux pièces. La pièce sur laquelle doivent se mouler le boudin et la surface de roulement est

métallique. On nous a assuré que cette partie du moule était préalablement lubrifiée avec une solution métallique destinée à augmenter la dureté de la fonte par une action chimique qui se manifeste au moment où la fonte est versée dans le moule. A la cassure, on distingue parfaitement la partie durcie de la roue, qui est blanche, et qui a environ 0m 008 d'épaisseur. Ces roues sont très-répandues sur les chemins de fer d'Allemagne. On en voit de semblables dans la section prussienne. La fonte employée est de la fonte grise au coke. Il résulte de certificats authentiques qu'elle ne casse pas, même par les plus grandes variations de température.

Le tableau suivant indique les diamètres, les poids, et les prix des roues prises à l'atelier.

Roues en fonte, coulées en coquille.

Diamètres.	Poids.	Prix.
0m 95	280k	150f
0 74	190	88
0 63 pour wagons de ballastage	126	63
0 47 pour lories	53	38

A ce prix, il faut ajouter celui de l'alésage, se montant à 5 francs pour les grandes roues et à 3 francs pour les petites. On sait que depuis longtemps les Américains se servent de roues semblables. Il paraît que, dans ces roues américaines, la surface est durcie simplement en projetant de l'eau qui produit un refroidissement rapide du métal au pourtour de la roue, tandis qu'on maintient le centre à une température assez élevée, et pendant un certain temps, afin d'obtenir plus de cohésion et une

fonte susceptible de se tourner facilement. Ces roues américaines sont à compartiments creux, comme les roues allemandes, ou ondulées, comme les roues Daelen, en fer, avec des raccords de nervures sur les côtés, pour renforcer les bandages. Les roues américaines, d'après le capitaine Douglas Galton, font de 96 000 à 129 000 kilomètres sans que leurs cercles soient usés. Il n'y a que trois usines en Amérique qui les fabriquent de bonne qualité.

Nous pensons qu'il y aurait avantage à employer ces roues en fonte, très-économiques, sur les chemins français, au moins pour les wagons de marchandises.

Nos usines les fabriqueraient certainement, au bout de peu de temps, aussi bien que les usines d'Allemagne.

Les bandages sont en fer ou en acier. Nous avons remarqué des bandages sans soudure, du genre de ceux fabriqués en France par MM. Petin et Gaudet. Ils sortaient de la fabrique de M. Owen. M. Verdié fabrique des bandages, aussi bien que des rails, en acier et en fer. On en fait usage au chemin de fer de l'Est, et on en est satisfait.

Les Anglais ont exposé différentes dispositions ayant pour objet de prévenir la réparation du bandage de la roue en supprimant les rivets. Ces dispositions ont été déjà décrites par M. Lan (rapport cité ci-dessus). Elles sont appliquées avec succès sur plusieurs grandes lignes.

Systèmes pour établir la communication entre les voyageurs et le garde-frein. — On trouve à l'exposition anglaise différents systèmes plus ou moins simples, qui ont pour objet d'établir la communication entre les voyageurs et le garde-frein ou mécanicien.

« Les directeurs des Compagnies en Angleterre, dit M. Lan, se préoccupent peu de résoudre cette question; ils paraissent être unanimes pour repousser cette idée, à cause des chances d'accidents qu'entraîneraient des arrêts provoqués inconsidérément et pour des motifs plus ou moins frivoles. »

En France, les directeurs de nos grandes Compagnies, interrogés par le gouvernement, on répondu dans le même sens.

Chauffage des voitures. — On a beaucoup parlé de la nécessité de chauffer les voitures des trois classes. En Angleterre, on ne chauffe jamais les voitures de deuxième et troisième classe. Quelquefois même, d'après M. Lan, on néglige de chauffer les premières. Les Compagnies françaises ne demanderaient pas mieux que de chauffer les voitures de toutes classes, si on pouvait leur en indiquer le moyen. Elles y trouveraient certainement leur avantage, car le surcroît de frais qui en résulterait aurait été amplement couvert par l'augmentation du nombre des voyageurs. Malheureusement, on n'a découvert jusqu'à présent aucun procédé tout à fait pratique de réaliser cette pensée. Les directeurs de Compagnies ont été unanimes sur ce point, lorsqu'à l'occasion de l'enquête ils ont été mis en demeure d'émettre leur opinion.

On se hâte en général beaucoup trop d'accuser les administrateurs, directeurs et ingénieurs en chef des Compagnies d'être indifférents au bien-être ou à la sécurité du public. Leurs intérêts se confondent plus souvent qu'on ne le suppose avec ceux des voyageurs.

Ainsi, s'agit-il de la sécurité, qui plus qu'eux est intéressé à rechercher et à employer toutes les précautions, tous les appareils capables de contribuer à l'augmenter? Appelés par leurs fonctions à voyager fréquemment, ils sont, plus que ceux qui les condamnent, exposés aux accidents. Qui plus qu'eux également est capable d'étudier les mesures à prendre dans ce but?

Résumé.

De tous les matériels, le matériel français, que nous avions regretté de ne pas voir suffisamment représenté à l'exposition de Londres, mais dont toutefois le wagon Pauwels et Cie pouvait donner une idée, est celui qui nous semble avoir la supériorité. Il est le plus économique, le plus léger.

Il est plus commode pour les voyageurs que le matériel anglais ou le matériel belge, et n'est comparable, sous ce dernier rapport, qu'au matériel allemand, généralement trop lourd pour un service de grande vitesse.

Les roues en fonte, dont l'usage est si répandu en Allemagne, sembleraient pouvoir être substituées avec avantage en France aux roues en fonte de fer ou entièrement de fer, du moins dans les wagons à marchandises. Nous pensons que les Compagnies françaises feront bien d'en essayer l'emploi. Elles ont déjà porté leur attention sur la question des avantages respectifs des différentes espèces de bandages en acier puddlé, Verdié, et en acier fondu de Bessemer, substitués aux

bandages en fer. Nous espérons qu'elles persisteront dans cette étude.

On ne saurait enfin trop s'occuper de l'augmentation du bien-être des voyageurs des différentes classes. On n'y parviendra qu'en augmentant la puissance des machines. On s'est attaché particulièrement à l'accroissement de cette puissance dans le but de remonter de plus fortes rampes, de traîner économiquement de lourds trains de marchandises, ou de remorquer les trains express à de grandes vitesses. Il faut s'y appliquer aussi dans la pensée de construire des voitures plus spacieuses et mieux distribuées. Un jour viendra, nous n'en doutons pas, où les voyageurs de seconde et même de troisième classe pourront voyager aussi agréablement que ceux de première classe aujourd'hui, et ceux de première classe que ceux des voitures de luxe.

Quant à ce qui est des wagons à marchandises, ils sont sans doute susceptibles de perfectionnement; toutefois, il nous paraît difficile d'en diminuer le poids mort sans leur donner des dimensions peu favorables au service.

FIN.

TABLE DES MATIÈRES.

PREMIÈRE PARTIE.

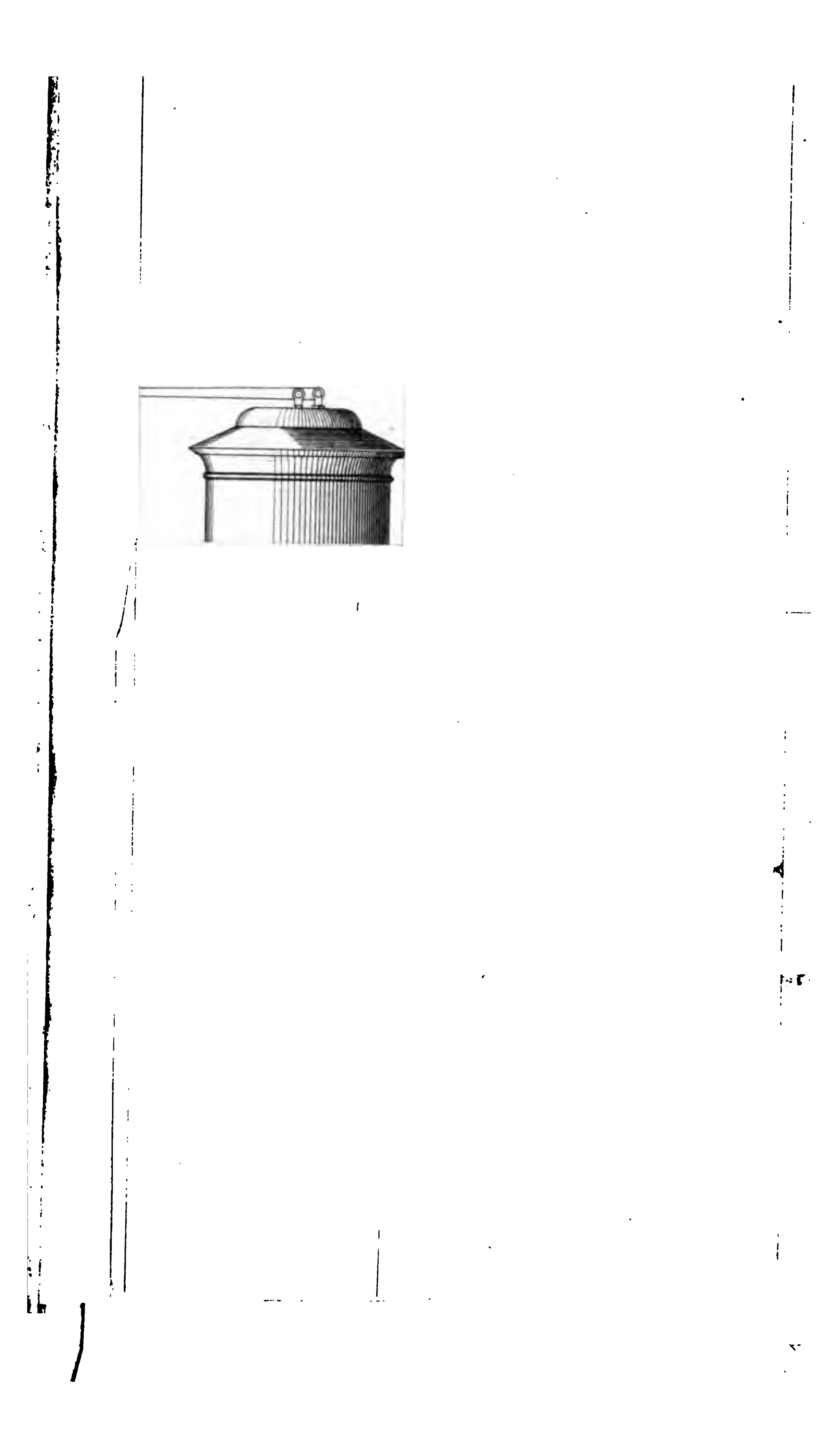
LES CHEMINS DE FER DEVANT L'ENQUÊTE ET DEVANT LES CONVENTIONS POUR L'EXTENSION DU RÉSEAU.

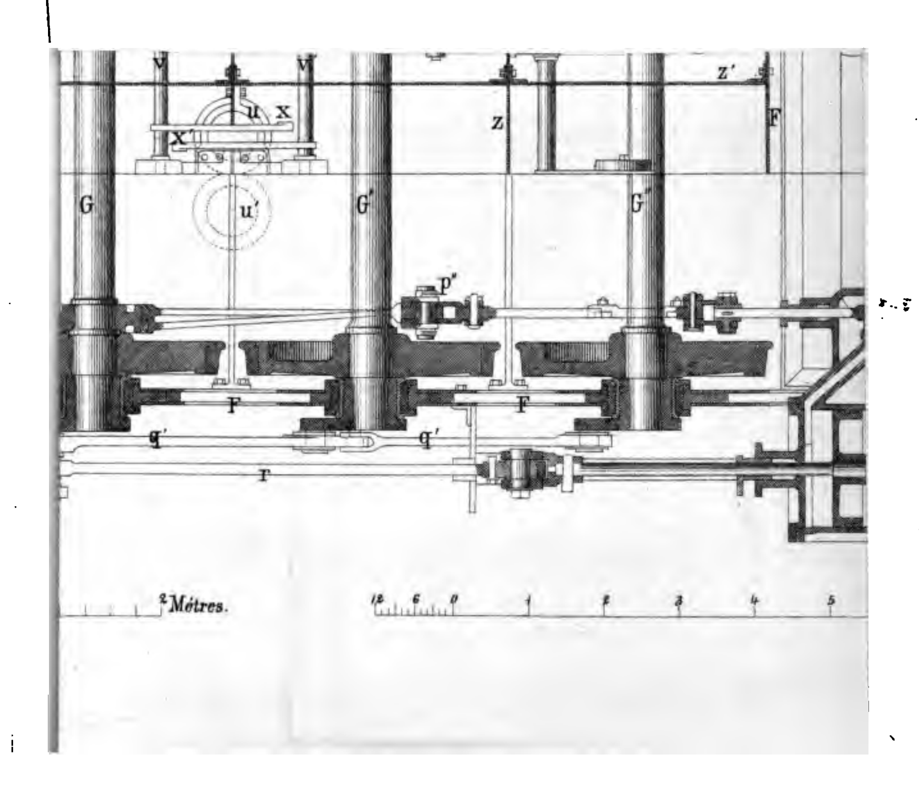
DEUXIÈME PARTIE.

RAPPORT DE M. E. FLACHAT, MEMBRE DU JURY, SUR LES MACHINES LOCOMOTIVES.

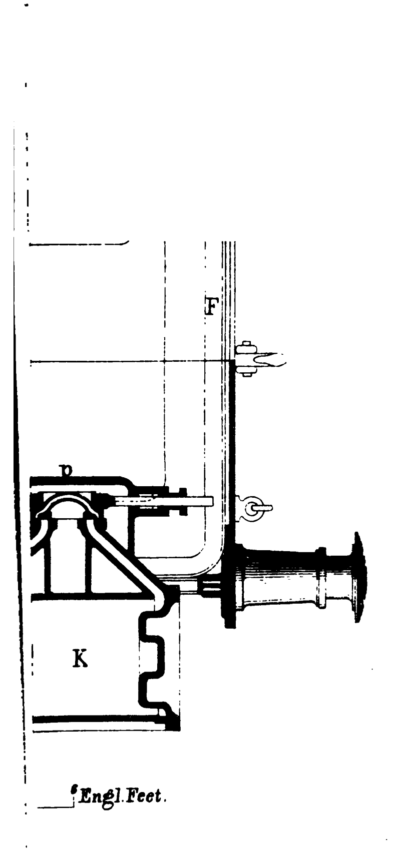
FIN DE LA TABLE.

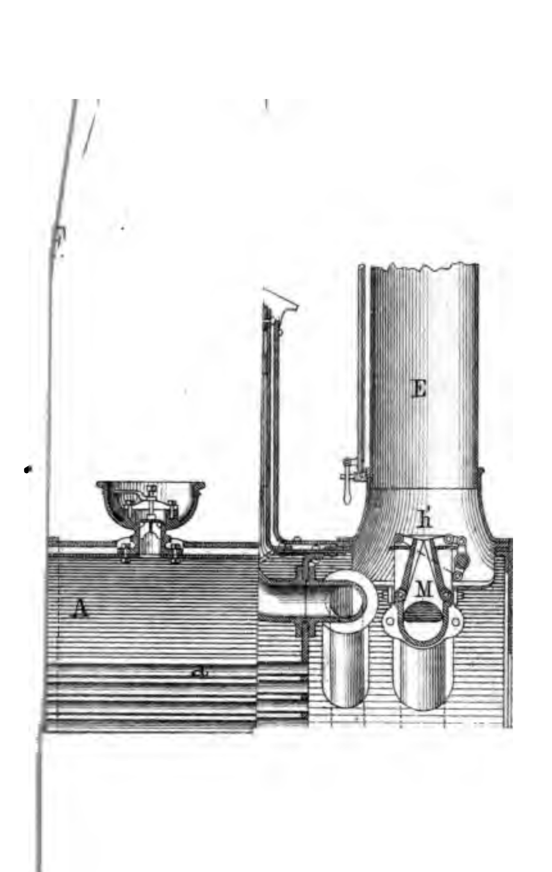
Paris. — Imprimerie de Ch. Lahure, rue de Fleurus, 9.



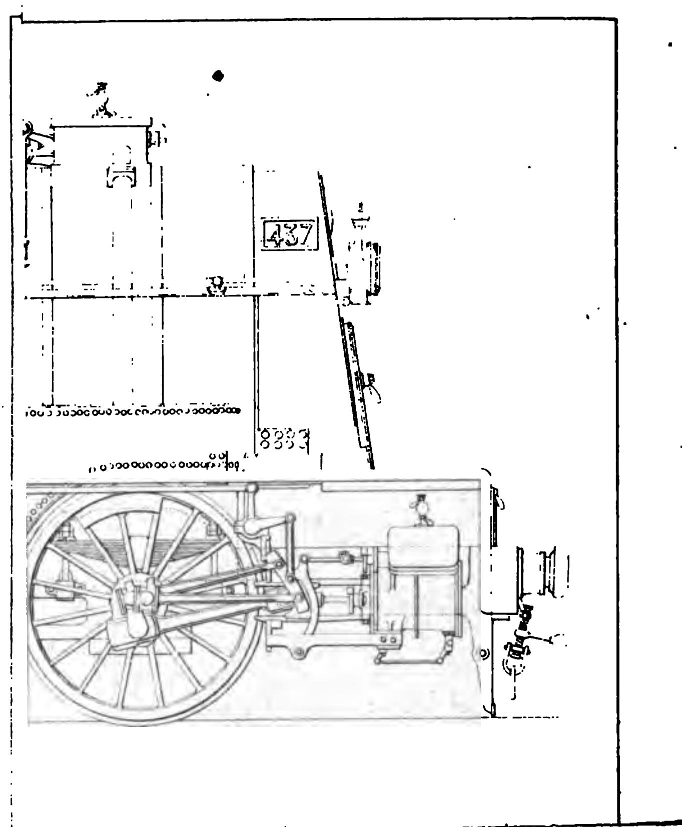


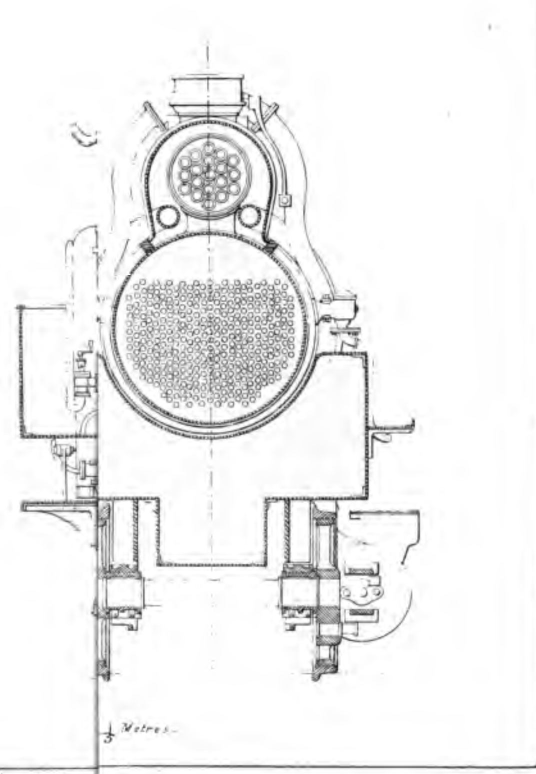
Z'
u
X
X'
Z
F
G
u'
G'
G''
p''
F
F
q'
q'
r
2 Métres.
12 6 0 1 2 3 4 5


F
D
K
Engl. Feet.

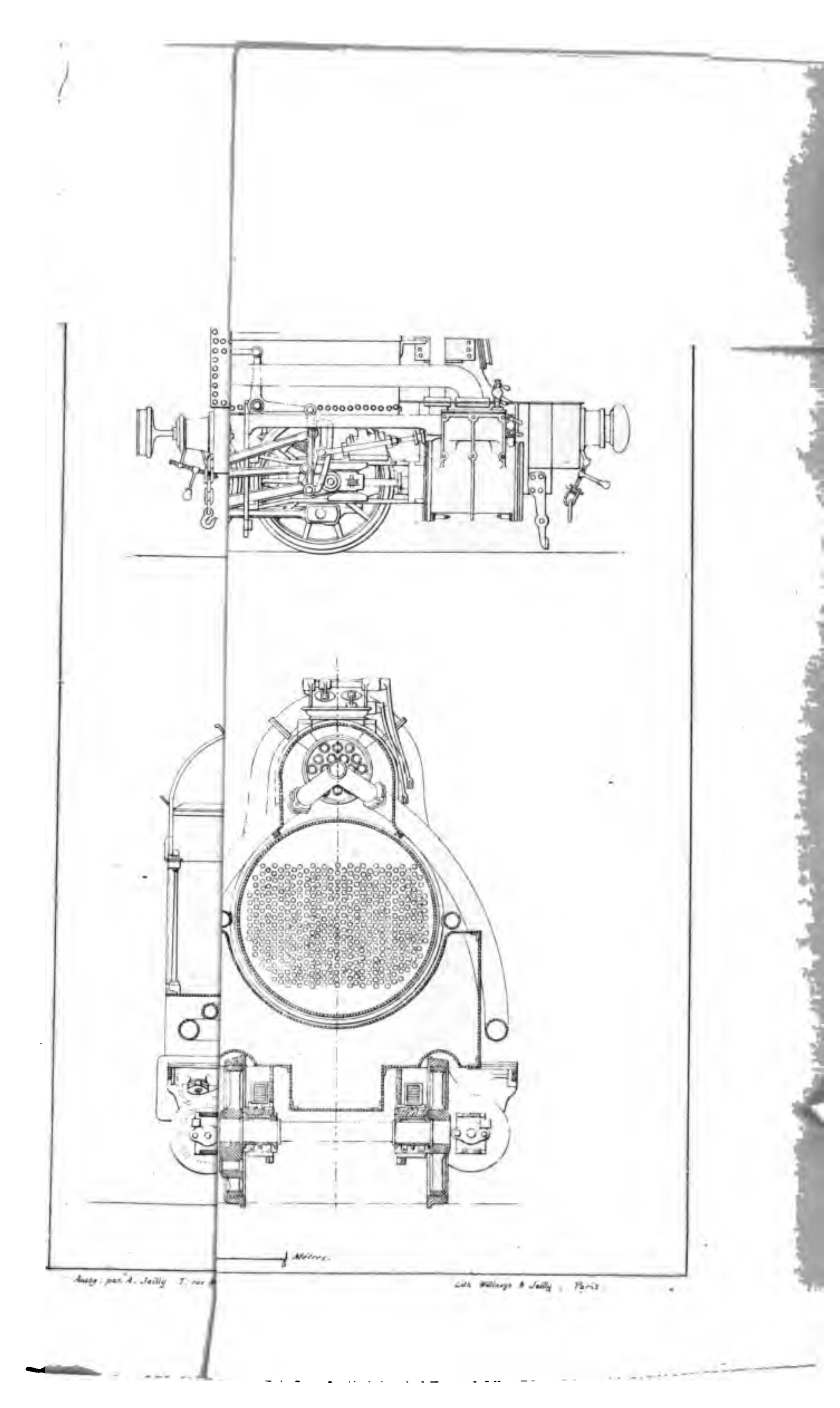

E
h'
M
A
a

FER DU NORD.





Autog. par A. Paris [illegible], rue Ménilmontant Paris


Mètres.
Lith. Wallerys & Jailly, Paris